Klohn Crippen Berger

Minera de Cobre Panama S.A.

Cobre TMF

Inspección de Seguridad de la Presa 2020

Final

CANADA BEST MANAGED COMPANIES Platinum member

ISO 9001 14001 45001

PN35000A01

Junio 2020

Klohn Crippen Berger

Junio 22, 2020

Versión Final emitida por correo electrónico y enviada a Jacques Heneke por correo electrónico.
Versión provisional emitida por correo electrónico y enviada a Marie-Helene Turgeon por correo electrónico.

Jacques Heneke
Operaciones TMF y Gerente de Equilibrio Hídrico

Estimado Sr. Heneke:

Cobre Panama TMF
Reporte de Inspeccion de
Seguridad de la Presa 2020 Final

Por favor encuentre adjunto la versión final del Reporte de Inspección de Seguridad

de la Presa (DSI) 2020.

Atentamente,

KLOHN CRIPPEN BERGER LTD.

José Sánchez Marrou, M.Sc., Ing.
Gerente de Proyecto

JS

Klohn Crippen Berger Ltd.
500 - 2955 Virtual Way ▪ Vancouver BC V5M 4X6 ▪ Canada
t 604.669.3800 ▪ f 604.669.3835 ▪ www.klohn.com

CANADA BEST MANAGED COMPANIES Platinum member

Minera de Cobre Panama S.A.

Cobre TMF

Inspección de Seguridad de la Presa 2020

Final

DESCARGO

Esta es la versión final del Reporte de la Inspección de Seguridad de la Presa (DSI) 2020. No hubo comentarios de parte de Minera Panamá, S.A., a la versión preliminar emitida el 2 de abril del 2020. A continuación, Klohn Crippen Berger (KCB) consideró que MPSA había aceptado el contenido, los comentarios y recomendaciones, tal como habían sido expresados en el reporte preliminar.

Este reporte es un instrumento de servicio de Klohn Crippen Berger (KCB). El reporte ha sido preparado para el uso exclusive de Minera Panamá S.A. propiedad de First Quantum Minerals Ltd (FQML) y las autoridades regulatorias aplicables para la aplicarlo específicamente a Cobre Panamá Tailings Management Facility, y ningún otro tercero deberá basarse en él, sin el consentimiento por escrito de KCB.

KCB ha preparado este reporte de una manera consistente con el nivel de cuidado, capacidad y diligencia que usualmente es proporcionado por miembros de la misma profesión para proyectos de naturaleza similar en el lugar y momento que los servicios fueron proporcionados. KCB no ofrece ninguna garantía ya sea expresa o implicada.

DESCARGO I

1 INTRODUCCIÓN 1

2 DESCRIPCIÓN DEL SITIO 2
2.1 General 2
2.2 Condiciones del Sitio 2
2.3 Diseño TMF 2
2.4 Clasificación de la Presa 4

3 HISTORIA Y ACTIVIDAD RECIENTE 7
3.1 Información de Fondo 7
3.2 Reseña Histórica TMF 7
3.3 Actividades de Construcción 8
3.4 Condiciones Actuales TMF 10

4 RESULTADOS DE LA INSPECCION VISUAL 13

5 GESTIÓN DEL AGUA 19
5.1 Descripción General 19
5.2 Clima 19
5.3 Balance Hídrico 20
5.4 Manejo de las Inundaciones y Francobordo 20

6 MONITOREO Y MANTENIMIENTO 22
6.1 General 22
6.2 Organigrama Organizacional 22
6.3 Inspecciones 24
6.4 Revisión de la Instrumentación 24

7 REVISIÓN DE CUMPLIMIENTO 30

8 COMENTARIOS 33

9 CIERRE 35

Lista de Tablas

Tabla 3-1 Estatus de los Componentes del TMF 7
Tabla 3-2 Updated Sand Dam Construction Schedule Milestones 9
Tabla 4-1 Observaciones a la Inspección Visual de la Presa del Norte 10
Tabla 4-2 Observaciones a la Inspección Visual de la Presa del Este 12
Tabla 5-1 Embalse de TMF y Volúmenes de Agua en Exceso 15
Tabla 6-1 Miembros del Equipo y Registro de Entrevistas con DSI 18
Tabla 6-2 Niveles de Umbral 19
Tabla 6-3 Resumen de las Acciones, Prioridades y Estatus 21

INDICE

(continua)

Tabla 7-1 Revisión de las Recomendaciones previas y Estatus 23

Lista of Imágenes

Figura 1 Vista del TMF y Componentes

Figura 2 Vista del Plan de la Presa Norte

Figura 3 Sección Transversal Típica de Presa Norte

Figura 4 Vista del Plan de la Presa Este

Figura 5 Sección Transversal Típica de la Presa Norte (Como se-Construyo)

Lista de Anexos

Anexo I Planos IFC de Cobre Panamá TMF

Anexo II Descripción de los Componentes TMF

Anexo III Fotografías de la Inspección Visual

1 INTRODUCCIÓN

Este informe documenta las observaciones de nuestra Inspección de Seguridad de la Presa (DSI) de la Instalación de Manejo de Relaves (TMF) de Cobre Panamá en la Mina de Cobre Panamá en Colón, Panamá; como se muestra en la Figura 1. El DSI comprendió una inspección de seguridad de la presa norte, la presa este, las plataformas de Roca Estéril, el depósito de relaves y el estanque de decantación y la estructura de decantación de TMF. Este es el primer DSI anual formal para la instalación.

El alcance del trabajo del DSI consistió en:

- Una revisión de las inspecciones de presas anteriores realizadas por KCB, la versión preliminar del informe de Vigilancia y Mantenimiento Operativo (OMS) y los informes de registro de construcción disponibles (CRR);
- Una visita al sitio y un recorrido por las instalaciones;
- Entrevistas con líderes de equipos de represas;
- Revisión de los datos de instrumentación disponibles frente a los niveles de activación del diseño;
- Revisión de los hallazgos con los operadores de la presa; y
- Elaboración de un informe resumiendo los hallazgos del DSI.

Las observaciones generales de nuestra visita al sitio se resumen en la Sección 4, incluidas las referencias a fotografías seleccionadas tomadas durante nuestro recorrido por el sitio

2 DESCRIPCIÓN DEL LUGAR

2.1 General

El proyecto Mina de Cobre Panamá se encuentra en el distrito de Donoso, provincia de Colón en Panamá, a 125 km al oeste de la ciudad de Panamá y a 20 km del Mar Caribe. La operación comprenderá tres tajos abiertos planificados: Botija, Colina y Valle Grande, infraestructura de minería y molienda y un TMF para almacenar relaves. Está previsto que la mina produzca principalmente cobre. Sin embargo, el molino también recuperará oro, plata y molibdeno. En el momento de redactar este informe, la vida útil proyectada de la mina (LOM) es de aproximadamente 31 años.

Actualmente, se ha construido la mayor parte de la infraestructura de minería y molienda, se está excavando el pozo Botija y las presas iniciales para el TMF se completaron en 20xx. Actualmente, la mina produce concentrado de cobre. En la Figura 1 se muestra una descripción general de la mina que muestra la infraestructura de la mina y TMF

2.2 Condiciones del Sitio

Se accede al sitio por carretera pavimentada desde la ciudad de Panamá y el tiempo de viaje es de alrededor de 4 horas. Otras localidades importantes atravesadas en ruta a la mina son Penonomé y La Pintada.

Los pueblos cercanos a la mina son Nuevo Sinaí (al este) y Caimito (al norte), localizados a 1,4 km. y a 10 km. respectivamente, con una población total estimada de mas de 700 habitantes.

El proyecto se encuentra en una zona de clima húmedo con una precipitación media anual de unos 4500 mm. Tres ríos principales cruzan el sitio de TMF: Río Jujuka y Río del Medio, ambos afluentes del río Caimito que fluye hacia el norte hacia el mar Caribe. Estos arroyos drenan el terreno ondulado del sitio y cruzan la línea central del terraplén norte que fluye de norte a noreste con pendientes que van del 1% al 5%

El área que rodea el sitio comprende una jungla densamente vegetada en gran parte sin desarrollar con un relieve topográfico moderado.

Las condiciones del subsuelo en el sitio comprenden típicamente un perfil de erosión de suelo residual delgado, saprolita espesa (hasta 20 m de profundidad) y una zona de transición (saprock) a granodiorita fresca o lecho de roca andesita. Se encuentra coluvión y / o aluvión sobre este perfil de meteorización cerca de arroyos y ríos

2.3 Diseño del TMF

La mayoría de los relaves de la operación minera se descargan en el TMF y actualmente están contenidos en las Represas Starter Norte y Este y en terrenos nativos altos al oeste, este y sur. El diseño actual de TMF es elevar la línea central de las presas iniciales existentes para aumentar el nivel de almacenamiento que se requiere. En consecuencia, una parte de los relaves pasa a través de un proceso de ciclón, con la fracción gruesa de los relaves del ciclón utilizada para la construcción de

la presa y la fracción más fina se descarga en el TMF. La porción elevada de arena del desbordamiento del ciclón del TMF se encuentra en etapas tempranas y aún no ha alcanzado la cresta de la presa inicial existente de El. 76 m

Está previsto que la mayor parte del relleno de arena ciclada se coloque y compacte hidráulicamente en celdas contra la cara aguas abajo de las presas de arranque utilizando excavadoras y otros equipos de compactación. Una porción de la arena del flujo inferior se coloca mecánicamente utilizando equipos de construcción de movimiento de tierras convencionales en áreas donde la colocación hidráulica sería un desafío. Se apila una reserva de relleno de arena cerca del TMF para que la construcción pueda continuar durante los trastornos operativos

A medida que se levanta la presa, más adelante se requerirán presas adicionales en el oeste y en el sur (probablemente en combinación con el manejo de roca estéril). Una vez elevado a su altura de diseño final de El. 146 m, el TMF tendrá una vida operativa estimada de 18 años (bajo las tasas actuales de producción minera) con una capacidad de almacenamiento de 1.5 Bt. Los planos de IFC para la configuración del Dique de Arena Final se adjuntan en el Apéndice I.

El agua de escorrentía y sobrenadante dentro del TMF se controla a través de una torre de decantación ubicada en la parte noroeste del TMF

Componentes y Resumen del TMF

Los componentes del TMF se enumeran a continuación y se muestran en la Figura 1.

- Planta de Ciclón de Arena (SCP) y líneas de distribución de relaves.
- Presas de Cofre.
- Presas de Arranque.
- Plataformas de Roca Estéril (WRP).
- Desagues subterraneos.
- Presa de Arena ciclonada.
- Componentes para protección a inundación: Geomembrana y berma de protección contra inundaciones en una playa estrecha.
- Componentes de descarga de Agua: torre de decantación y túnel.
- Sistema de bombeo de recuperación de agua.
- Sistema de recogida y recuperación de filtraciones.
- Instalaciones Complementarias.

El próposito y descripción general de cada componente esta dado en el Apéndice II.

2.4 Clasificación de la Presa

El TMF se clasifica como una estructura de consecuencia "extrema" de acuerdo con las pautas de la Asociación Canadiense de Represas (CDA 2013, CDA 2014) según los resultados de un análisis de

rotura de represas realizado por KCB en 2018. A los efectos de la clasificación de la presa, se supone que podría ocurrir una rotura hipotética de la presa independientemente de la probabilidad o factibilidad para evaluar las posibles consecuencias incrementales para las comunidades locales y aguas abajo, el medio ambiente, la infraestructura y la economía

Las consecuencias hipotéticas aguas abajo varían dependiendo de si ocurre una brecha en las presas norte o este del TMF, si la brecha ocurre en condiciones de "Día soleado" o "Día lluvioso" y del modo de falla evaluado en los modelos

De acuerdo con los resultados modelados, es probable que exista una extensa área de inundación de aproximadamente 36 km2, desde la fuente de la brecha hasta el río Caimito, afectando la aldea de Nuevo Sinaí ubicada al este. Otro impacto en las comunidades incluye la aldea de Caimito ubicada al norte, que probablemente también se vería parcialmente afectada. Otras consecuencias hipotéticas incluyen pérdidas económicas debido a impactos a la infraestructura y deterioro de los hábitats de peces y vida silvestre dentro de la huella de la brecha

Con base en la clasificación de presas de CDA, los criterios de diseño para el TMF se adoptaron de la siguiente manera:

- Enrute de manera segura el evento de Diseño de Flujo de Entrada de la Inundación (IDF) establecido como la Precipitación Máxima Probable (PMP) de 24 horas. FQML ha incluido las siguientes contingencias sobre este evento para estimar los niveles mínimos de cresta de la presa:
  - Enrutar sobre el PMF un período de retorno de 1: 100 años, evento de duración de 24 horas; y,
  - Agregue la contingencia para la subida de las olas, estimada como un mínimo de 1.2 m.
- Cumplir con los criterios de estabilidad para un período de retorno de 1:10 000 años (PGA de 0,56 g).

3 HISTORIA Y ACTIVIDAD RECIENTE

3.1 Información Previa

Los principales documentos revisados para esta tarea incluyen:

- Informe de revisión de instrumentación - Período: 2017 - enero de 2020, emitido el 13 de marzo de 2020.
- Manual de Operación, Mantenimiento y Vigilancia (OMS) (borrador de trabajo en progreso), publicado el 26 de febrero de 2020.
- Informe de registro de construcción (CRR) de TMF de 2016 (FQML, 2020), emitido el 1 de julio de 2018: FQML aún no ha emitido los CRR de 2017, 2018 y 2019.
- 2017. Informe de Registro de Construcción de Túneles de Decantación y Torre de decantación (CRR).
- 2017 TMF Reporte Preliminar del Registro de Construcción (CRR), delineado por KCB para que lo complete FQML. Publicado en octubre de 2017. - incluidos los comentarios de FQML.
- Planos de construcción emitidos por FQML.
- Informes de inspección de presas preparados por FQML y KCB en 2020.

Otros documentos de referencia incluyen informes de visitas al sitio emitidos por KCB entre 2015 y 2019 de la siguiente manera:

- Informe de progreso 002 - 1 de noviembre al 20 de diciembre de 2019.
- Informe de progreso 001 - 24 de agosto al 31 de octubre de 2019.
- Informe de visitas al sitio junio - julio - agosto de 2019.
- Informe de visitas al sitio de abril de 2019 a junio de 2019
- Informe de visitas al sitio de diciembre de 2018 a febrero de 2019
- Informe de visitas al sitio de 2017 Marzo - abril y junio - julio de 2017
- Informe de visita al sitio de KCB del 28 de marzo al 12 de abril de 2017.
- Informe de visita al sitio de KCB del 5 al 9 de septiembre de 2016.
- Informe de visita al sitio de KCB del 23 de julio al 26 de mayo de 2016.
- Informe de visita al sitio de KCB del 26 al 28 de mayo de 2015.

3.2 Repaso Histórico del TMF

Se completaron múltiples estudios de diseño y programas de investigación de sitios entre 2008 y 2013. El diseño de la Presa de Arranque fue realizado por Joint Venture Panama Ltd. (JVP) cuya participación en el proyecto terminó en 2013 después de que FQML asumiera el control y completara el diseño de la Presa de Arranque. Se contrató a una Junta de Revisión Independiente de Relaves (ITRB) desde junio de 2010 a enero de 2013 para revisar el trabajo de diseño de la presa de arranque

El diseño original de la presa de arranque (por JVP) comprendía una presa de saprolita con un núcleo central. Debido a los desafíos en la construcción con material de saprolita sobre-húmedo, el diseño se modificó para el uso de conchas de relleno de roca con filtro interno y sistema de drenaje junto al núcleo central. Este diseño fue finalizado por FQML y los planos y especificaciones técnicas emitidos para la construcción (IFC), fueron firmados por el ingeniero de registro (EOR), Sr. Doug Cooper. La construcción de las presas de arranque comenzó a principios de 2014 con modificaciones de diseño de FQML y se completó en 2019

KCB realizó una Evaluación de compensación en 2014 para evaluar la alternativa preferida de diseño de elevar la presa de arena por encima de las presas iniciales. La alternativa preferida seleccionada por FQML comprendió una elevación de la presa de arena ciclónica compactada aguas abajo, cambiando a una elevación de la línea central modificada después de que se establezca una amplia playa de relaves después del Año 3. Se prepararon planos y especificaciones de IFC para el levantamiento de la presa de Arena reflejando el trabajo realizado por JVP y FQML (2013

En 2019, el agua comenzó a acumularse en la cuenca TMF. Desde principios de 2019, FQML comenzó la deposición de relaves desde el extremo sur y desde la cresta de la presa de arranque con la deposición de espigas subáreas. La cámara de ciclón comenzó a producir arena en noviembre de 2019. La colocación hidráulica comenzó en el Sector N1 de la Presa del Norte en diciembre de 2019 y ha continuado hasta la fecha.

3.3 Actividades de Construcción

Presas de Arranque y componentes asociados.

Stracon GYM (Contratista) proporcionó mano de obra para el movimiento de tierras para la construcción de las presas de arranque utilizando equipo de construcción propiedad de FQML. Las pruebas de Control de calidad (QC) y Aseguramiento de la calidad (QA) son realizadas diariamente por el personal de FQML en coordinación con el Contratista. Las pruebas de laboratorio para TMF y QC / QA son realizadas por FQML en un laboratorio en sitio.

A continuación, se enumeran las actividades e hitos clave de la construcción en orden cronológico con fechas aproximadas:

1. Movilización de contratistas: comenzó el primer trimestre de 2014.
2. Vías de acceso temporal y primeras obras (preparación del sitio): se iniciaron en el primer trimestre de 2014.
3. Vías de acceso permanente: Corredor del Gasoducto de Relaves y Corredor de Retorno de Agua.
4. Desarrollo de canteras y pozos de préstamo de TMF: comenzó en febrero de 2017
5. Ataguías, obras de desvío y canal de transferencia - iniciado en 2014.
6. Construcción de la Presa de Arranque del Este a El. 76 m - comenzó en febrero de 2014 y la construcción terminó el segundo trimestre de 2019.
7. Construcción de la Presa de Arranque del Norte a El. 76 m: comenzó en abril de 2014 y la construcción terminó el tercer trimestre de 2019.

8. Estanque de sedimentación No 4 (Presa de arranque norte).
9. Canal de descarga de decantación: establecido en el segundo trimestre de 2015 y finalizado el cuarto trimestre de 2015.
10. Túnel de Decantación: comenzó en el cuarto trimestre de 2015 y se completó a principios de 2017.
11. Estructura de decantación: comenzó en el segundo trimestre de 2017 y finalizó el cuarto trimestre de 2017.

Presa de Arena Ciclada y Componentes

Las actividades de construcción de la presa de arena ciclada y sus componentes comenzaron a principios de 2019 y se llevaron a cabo al mismo tiempo que se construían y terminaban las presas iniciales. El equipo de TMF estuvo a cargo de la mayoría de las instalaciones que se enumeran a continuación y, en algunos casos, las actividades de construcción se completaron con el contratista de Presa inicial (Stracon GYM). La lista de componentes clave construidos para la presa de arena ciclada se enumeran en orden cronológico como sigue:

1. Plataformas de roca estéril, presas norte y este: comenzaron en el primer trimestre de 2019.
2. Canales de drenaje y alcantarillas de la presa este: comenzaron en el segundo trimestre de 2019 y se terminaron el cuarto trimestre de 2019.
3. Planta de arena ciclada y sistemas de clasificación y distribución de relaves: la construcción comenzó en el segundo trimestre de 2019 y finalizó el cuarto trimestre de 2019.
4. Sistemas de recuperación de filtraciones: la instalación y la construcción comenzaron en el tercer trimestre.
5. Producción y almacenamiento de arena de relaves en la Finca de Arena: comenzó en el tercer trimestre de 2019.
6. Construcción de presa de arena para relaves: la colocación mecánica e hidráulica para la construcción de la presa hasta El. 80 m inició el tercer trimestre de 2019 en la Presa norte. Esto incluyó la colocación de drenajes de manta en los contrafuertes de la presa de inicio aguas abajo antes de la colocación de arena.

3.4 Condiciones Actuales del TMF

Las condiciones de TMF en el momento de la visita se muestran en la Figura 2 a 4 y se describen brevemente en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1 Estado de los componentes de TMF

Componente	Estado de construcción	Comentarios
SCP	Finalizado	Acelerando para cumplir con los objetivos de producción
Líneas de entrega de relaves	Finalizado	-
Presa Inicial del Norte	Construido para apuntar a la cresta El. 76m	Observaciones clave según KCB y CRR: • Muro de lechada modificado para cortar la zanja. • Se modificaron los desagües de las chimeneas y las mantas aguas abajo, y en algunas áreas se utilizaron materiales fuera de las especificaciones. • Relleno de saprolito más grueso utilizado para la construcción de conchas de presas. • Diseño de presa de saprolita modificado para

		escollera. • Baja resistencia de la saprolita compactada en núcleo central. • Materiales de unión granular y grueso en el núcleo central.
Presa Inicial del Este	Construido para apuntar a la cresta El. 76m	Observaciones clave según KCB y CRR: • Presas sin núcleo: ED 1, 4, 6, 8 y 10. • Presas con núcleo: ED 2, 3, 5, 7 y 9. • Filtros inversos modificados.

Componente	Estado de construcción	Comentarios
Plataformas de roca estéril (WRP).	En curso	El WRP aún no está construido para nivelar, pero las huellas definitivas están preparadas y rellenadas con escollera.
Desagües subterráneos.	En curso	La Presa Inicial / Filtros de Presa de Arena / Drenajes subterráneos según Presa Inicial EOR en construcción. VII. Observaciones principales • La roca de alimentación NAG no es suficiente para mantener la producción y la colocación necesarias para avanzar en la colocación de arena. Utilice los materiales de PAG que el equipo está revisando. • Los espesores de material están siendo revisados por el equipo.
Presa de arena ciclada.	En curso	Progreso vinculado a la construcción del drenaje subterráneo
Componentes de protección contra inundaciones	Sin comenzar	-
Torre decantadora	Terminado y en funcionamiento	-
Túnel de decantación	Terminado y en funcionamiento	Principales cambios de diseño según lo informado en CRR: • Cambio de tramo de túnel. • Espaciado de armaduras.
Componentes de recuperación de agua	Terminado y en funcionamiento	-
Sistemas de recogida de filtraciones	En curso	-

KCB ha formulado comentarios sobre el impacto del diseño y las modificaciones de construcción de la presa Inicial en la seguridad de la presa en los informes de visitas al sitio CRR de 2016 y 2017 y de 2017; y se han abordado, debatido y se han puesto en marcha acciones. Ello se examina más a fondo en la sección III.

Entendemos que la construcción de la elevación de la presa de arena está retrasada. Los modelos originales de deposición de relaves y el cronograma de construcción de la presa indicaron que para febrero de 2020 se esperaba una elevación de la cresta de la presa de arena de 76 m. Los factores clave que contribuyeron a este retraso incluyeron depósito de relaves en el embalse más temprano, retrasos en la producción de materiales de drenaje subterráneo, en especificación y cantidad, retrasos en la puesta en servicio del SCP y disponibilidad de equipos y operadores de movimiento de tierras.

Para proporcionar tiempo adicional para la elevación de la presa de arena, el plan de deposición de relaves se está modificando para descargar la mayoría de los relaves de los lados este y sur del embalse, en conjunto con una reducción progresiva del volumen operativo del estanque de decantación de 8mm^3 a 5mm^3. Esta estrategia permitirá:

- Formación de una amplia playa al sur y al este del embalse. Para mantener el francobordo, la presa de arena este se construirá mediante colocación mecánica y compactación hasta El. 85 m
- Mantener los niveles de la playa de relaves y los estanques más bajos en el lado norte. Esto permitirá que el método de colocación hidráulica de la construcción de la presa norte, a un ritmo de subida algo más lento, extienda las fechas de los hitos de construcción a las que se muestran en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2 Hitos actualizados del cronograma de construcción de la presa de arena

Elevación objetivo (m)	Presa del Este	Presa Norte	Comentarios
80	Julio de 2020	Octubre de 2020	Geomembrana instalada a lo largo de la Presa Norte en julio de 2020
85	Noviembre de 2020	febrero 2021	Geomembrana colocada y extendida a El. 85 a lo largo de la Presa Norte

4 RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN VISUAL

José Sánchez, Ing; Keith Viles, P.Eng .; y Héctor Barriga, P.Eng., de KCB, realizaron un recorrido de las instalaciones el 4 y 5 de febrero de 2020. En el momento de la visita al sitio, las actividades de construcción activas estaban en curso, aunque la mayoría de los componentes de TMF estaban accesibles. Las fotografías seleccionadas se adjuntan en el Apéndice III.

Presa norte

Las observaciones realizadas durante la inspección visual a lo largo de la Represa Norte se dan en la Tabla 4-1.

Tabla 4-1 Observaciones de inspección visual de la Presa Norte

Componente	Observaciones
Coronación de la presa.	• Generalmente, en buenas condiciones, no hay evidencia visible de asentamiento o grietas en todos los sectores. Foto III-1. • La cresta de la presa muestra la contaminación de la superficie con lodo por el tráfico de vehículos. Son típicos algunos encharcamientos en pequeñas depresiones causadas por neumáticos de camiones. Foto III-2.
Estribo	• El estribo este del Sector 1 estaba en buenas condiciones. Foto III-3. • Se ha realizado una importante excavación entre los sectores 3 a 4. Esta excavación es para acceder y tender los conductos de relaves al Sector 4. Esta excavación ha modificado las condiciones originales del estribo, del estribo oeste del Sector 3 y del estribo este del Sector 4. Fotos III-4 y III-5. El amarre del revestimiento y el núcleo y los anclajes requerirán detalles específicos para la construcción y el ajuste en el campo en coordinación con el equipo de construcción de TMF, el contratista del revestimiento y KCB. • El estribo oeste del Sector 4 se encontraba en buenas condiciones pero con algunas alteraciones como desmonte y excavación para la construcción de accesos. Foto III-6. • El estribo oeste del Sector 4 está al lado de un drenaje natural que podría inundarse con relaves una vez que el estanque alcance una elevación mayor. El área debe estar preparada (despejada, fundaciones aprobada, filtros en su lugar) y una presa de arena construida antes de la elevación del estanque de relaves. Foto III-7.
Talud aguas arriba	• Se ha construido una berma de roca estéril de 20 m de ancho en la playa de relaves, justo al lado de la pendiente aguas arriba en el Sector 1. Esta berma se construyó para el acceso para el amarre e instalación del revestimiento. La berma estaba en buenas condiciones y no mostraba evidencia de inestabilidad de grietas a lo largo de su cresta. Foto III-8. • Buenas condiciones físicas al momento de la inspección de DSI en todos los Sectores. Fotos III-9 y III-10. • Cabe señalar que una inspección posterior realizada por el personal de campo de KCB el 28 de febrero observó la erosión de la pendiente aguas arriba del Sector 3 debido a la descarga de relaves. Ver foto III-11. • La descarga activa de relaves se observó solo en el Sector 2, en el momento de la visita. Foto III-12.

Talud aguas abajo	• General: ○ La pendiente aguas abajo en todos los sectores parecía estar en buenas condiciones. Foto III-1. ○ Existe un corredor temporal entre la pendiente aguas abajo y los contrafuertes en los Sectores 1 y 2. Foto III-13. Este corredor es el acceso principal para la construcción de la presa norte. • Sector 1: ○ El talud aguas abajo de la presa de arranque estaba en buenas condiciones. Las zonas de filtrado 7A y 3 se han colocado en ascensores paralelos a la pendiente, con un camión descargando media pendiente y una topadora empujando el material en la pendiente. Esto se consideró inseguro y se comunicó a FQML. Foto III-14. ○ Además de lo anterior, la colocación de filtros elevadores paralelos a la pendiente puede resultar en la segregación de los filtros. El riesgo de este tipo de colocación fue comunicado a FQML, para que se adopten cambios en la colocación y compactación del filtro. • Sector 2: En general, igual que el Sector 1. Se observa algo de vegetación en la ladera río abajo. • Sector 3: Actividades de perforación en talud aguas abajo en curso al momento de la inspección visual - Foto III-15. Dos equipos de perforación de pie sobre plataformas de relleno de rocas construidas en pendiente, instalando instrumentos para Plan Fase II. Posteriormente, KCB se puso en contacto con el representante del sitio de la Presa de Arranque EOR (Nick Mather) para

	más información. Según el Sr. Mather, el programa de perforación se orientó y diseñó para evitar perforar a través de testigos y / o filtros. No se facilitó más información. • Sector 4 ○ La elevación del contrafuerte aguas abajo está incompleta. Se colocaron pocos ascensores y no se realizaron actividades de construcción en el momento de la visita. Una vez que se reanuda la construcción, se requieren filtros entre el contrafuerte de la escollera y los materiales de la presa de arranque. Foto III-16. ○ Se observa un manantial de filtración en la pendiente aguas abajo. El flujo de filtración se estima en menos de 1 L / s. Este manantial de filtración ha sido observado previamente por KCB en 2017 - Foto III-17. ○ La observación clave es la erosión de saprolita nativa y / o rellenos saprolíticos (por ejemplo, rellenos de carreteras) y la contaminación de la pendiente, contrafuertes y filtros aguas abajo es la principal observación en esta área. Fotos I-18 y 19.
Plataformas de roca estéril (WRP).	• Buenas condiciones en general observadas en WRP-1, 2 y 3. • La observación clave en las plataformas es la contaminación de la superficie por la erosión de las excavaciones de saprolita nativa expuestas sin protección - Foto III-20. • Sistemas de bombeo de recuperación de filtraciones instalados, incluidos. Se han construido estaciones de bombeo, tuberías y líneas eléctricas en plataformas. Estos tendrán que ser reubicados para permitir el acceso y la colocación de filtros y arena de relaves para la construcción de la presa en etapas posteriores. - Foto III-21.
Componentes de control de drenaje y erosión	• La protección contra la erosión de los suelos de saprolita nativa expuestos es insuficiente. Esto da como resultado la contaminación de los materiales de la presa y de las rocas estériles aguas abajo, como se indica en los puntos anteriores. - Foto III-22. • La protección contra la erosión en el Sector 1 está en su lugar y consiste en un geotextil que cubre saprolito nativo expuesto. • Los canales A y B se han rellenado con enrocado. Los sedimentos de la erosión del suelo nativo expuesto se han depositado en la superficie. Se observan charcos de agua y no se observan condiciones de flujo - Foto III-23.

Desagües subterráneos.	• Buenas condiciones observadas al momento de la visita. Se observó una colocación activa de material Z3 en Sector 2. - Foto III-24. • Es de destacar que el personal de campo de FQML QC y KCB observó barrancos de erosión y materiales de drenaje de mantas de contaminación en el Sector 1 a fines de febrero de 2020. Fotografías 25 y 26 Observación documentada, y acciones recomendadas por KCB en consecuencia.
Presa de arena	• La colocación y compactación de arena de relaves, siguiendo los métodos mecánicos e hidráulicos, estuvo activa y continua en el Sector 1. Fotos III-27 y 28. • Las celdas hidráulicamente y terminadas a nivel presentaron buenas condiciones: la arena está bien drenada, compactada y algo de erosión menor en los taludes aguas abajo- Foto III-28. • La deposición hidráulica activa mostró que el agua fluía hacia los vertederos. La arena de los relaves hidráulicos se descargó de las tuberías de extremos abiertos (simple), empujada por la topadora y compactada por el tráfico de camiones agrícolas. La topadora empuja arena y agua, y el agua fluye hacia las cajas de vertedero. Estas operaciones dan como resultado un encharcamiento local de agua y sedimentos a lo largo de la trayectoria del flujo y la caja del vertedero. Las pruebas de control de calidad confirman altos finos contenidos en áreas específicas, las cuales fueron identificadas y limpiadas posteriormente. Foto III-28.

Presa Este

Las observaciones hechas durante la inspección visual a lo largo de la Presa Este están dadas en la Tabla Table 4-2.

Tabla 4-2 Observaciones de Inspección Visual de la Presa Este

Componente	Observaciones
Coronación de la presa.	• Igual que en la Presa Norte, las crestas de la Presa Montura y el acceso entre presas se encuentran generalmente en buenas condiciones. Como era de esperar, algunos sectores presentan contaminación superficial o áreas fangosas creadas por el tráfico de vehículos. En la Presa Este, el tráfico de equipo pesado se realiza principalmente a lo largo de la carretera de convergencia y un corredor a través de WRP-3. Fotos III-29 y III-31.
Estribo	• Los estribos de las presas de montura están en buenas condiciones, no se han realizado importantes observaciones de seguridad. Es de destacar que la mayoría de los estribos se han excavado para la construcción de caminos de acceso que conectan las presas del este. • El estribo sur y la huella de la presa de arena final han sido impactados por escombros y relaves depositados entre el canal de desviación y la presa de desviación. Fotos III-32. Se requiere realineación de esta sección de la presa. KCB proporcionó una alineación recomendada para revisión y debate el 13 de marzo de 2020.
Talud aguas arriba	• Ninguna observación importante. La mayoría de las pendientes aguas arriba de la presa se inundaron con relaves.
Talud aguas abajo	• Ninguna observación importante. La mayoría de las presas presentan pendientes aguas abajo en buenas condiciones físicas y la mayoría de ellas están apuntaladas por plataformas de roca estéril. Foto III-33.

Plataformas de roca estéril (WRP).	• Al igual que en la Presa Norte, la observación clave en las plataformas es la contaminación de la superficie por la erosión de las excavaciones de saprolitas nativas expuestas sin protección. Fotografías 34 y 35
	• WRP 1 y 2 no mostraron actividad de construcción. Materiales de drenaje de manta Z7A y Z9 colocados en algunos sectores. Foto III-36.
	• WRP 3 es el corredor de acceso principal para equipos de construcción. Contaminación de la superficie y condiciones fangosas observadas donde el tráfico es pesado. Para abordar esto, el equipo de construcción limpia la superficie por sectores y coloca bermas perimetrales para evitar el tráfico de equipos sobre el área limpia. Esto se hace antes de la colocación de un nuevo levantamiento de material de relleno de roca o drenaje. Foto III-31.
	• WRP 4 es una plataforma aislada con contaminación de sedimentos y algunos estanques de agua. Se llevó a cabo una discusión de campo entre FQML y representantes de KCB. Se acordó que se requiere una solución de drenaje para mantener baja la superficie freática dentro del futuro caparazón de la presa de arena sobre esta plataforma. Esta solución de drenaje fue propuesta por KCB el 6 de marzo de 2020. El drenaje consiste en un drenaje manual que conecta el drenaje de la manta WRP4 al WRP 5. Foto III-37.
	• WRP 5 presenta condiciones similares a WRP-1 y 2. La característica clave de esta plataforma es una “ventana de desagüe” excavada en la plataforma en el extremo aguas arriba de una alcantarilla de drenaje construida a lo largo de la Presa Este 9 (grado de alcantarilla hacia el depósito de relaves). A notar:
	  ○ El diseño y la especificación del tapón de concreto fue realizado por el representante en sitio de la Presa Inicial EOR (Nick Mather).
	  ○ La construcción del enchufe comenzó en diciembre de 2019.
	  ○ El tapón y la estructura de hormigón construida en el extremo aguas abajo presentaban condiciones de fugas, según lo observado por KCB en diciembre de 2019 (Foto III-38).
	  ○ De las discusiones con los representantes de construcción de FQML, se vertió concreto desde el medio de la tubería de alcantarilla hacia los extremos aguas arriba y aguas abajo.

	○ El extremo aguas arriba del enchufe aún no estaba conectado en el momento de la visita. FQML indicó que los planes para tapar este extremo de la alcantarilla consistirán en operaciones de deshidratación que se espera baje el nivel freático, seque el área de acceso y construcción del tapón. (Foto III-39).
Drenaje y erosión	• Los canales de drenaje aguas abajo de las plataformas y las alcantarillas a lo largo de la carretera principal están completos. Se re-vegeta taludes de corte de canales. Se observaron algunos escombros en el punto de entrada de la alcantarilla WRP-3. Foto III-40.

Componente	Observaciones
Componentes de control:	• Al igual que en la presa norte, la protección contra la erosión de los suelos saprolitos nativos expuestos es insuficiente. Esto resulta en la contaminación de los materiales de la presa y la plataforma de desechos - Fotos III-37 y 35.
Desagües subterráneos.	• Construcción parcial de drenaje inferior observada en WRP 1 y 2. Zonas 7A y 9 ubicadas en pocos sectores. Los materiales parecían estar en buenas condiciones físicas y mostraban buena capacidad de drenaje después de fuertes lluvias. Foto III-36.
Presa de arena	• No hubo colocación de arena de relaves al momento de la visita.

Depósito de relaves

Las observaciones clave incluyen:

- Las playas de relaves aguas arriba de la presa Norte y Este se encontraban en buenas condiciones físicas. Algunos barrancos de erosión son evidentes en las tuberías de descarga de desbordamiento, pero estas características no comprometen el francobordo. Fotos III-1 y 29.
- Las granjas de arena del este y el norte construidas para el almacenamiento temporal de relaves por debajo del flujo mostraron buenas condiciones. Se observó algo de erosión y transporte de relaves al embalse, pero sin comprometer el almacenamiento o el francobordo. Fotos III-41 y 42.

Estanque de decantación y estructuras

Las observaciones clave en esta área y estructuras incluyen:

- En el momento de la inspección, el estanque tenía un volumen de 8 Mm3 (como se informa en el informe semanal de FQML). Foto III-43
- Las barcazas de bombeo de recuperación y las tuberías se encontraban en buenas condiciones físicas. Foto III-43.
- La torre de decantación también se encontraba en buenas condiciones físicas. Tapones en su lugar para controlar el volumen del estanque de decantación y el agua fluye a través del túnel de decantación. La jaula flotante de escombros en la entrada del túnel de decantación estaba funcionando como se esperaba, ya que capturó algunos escombros (por ejemplo, troncos de árboles y vegetación). Foto III-44.
- El canal de acceso que drena el agua estancada del embalse al estanque de decantación se encontraba en buenas condiciones físicas. Foto III-45.
- Se revisó el canal de salida del túnel de decantación. No hubo evidencia de erosión importante en el canal de descarga, aunque se observaron algunos daños en la tela de protección contra la erosión existente en las pendientes de la excavación. Fotografía 46

5 GESTIÓN DEL AGUA

5.1 Descripción general

La gestión de relaves y agua se describe a continuación:

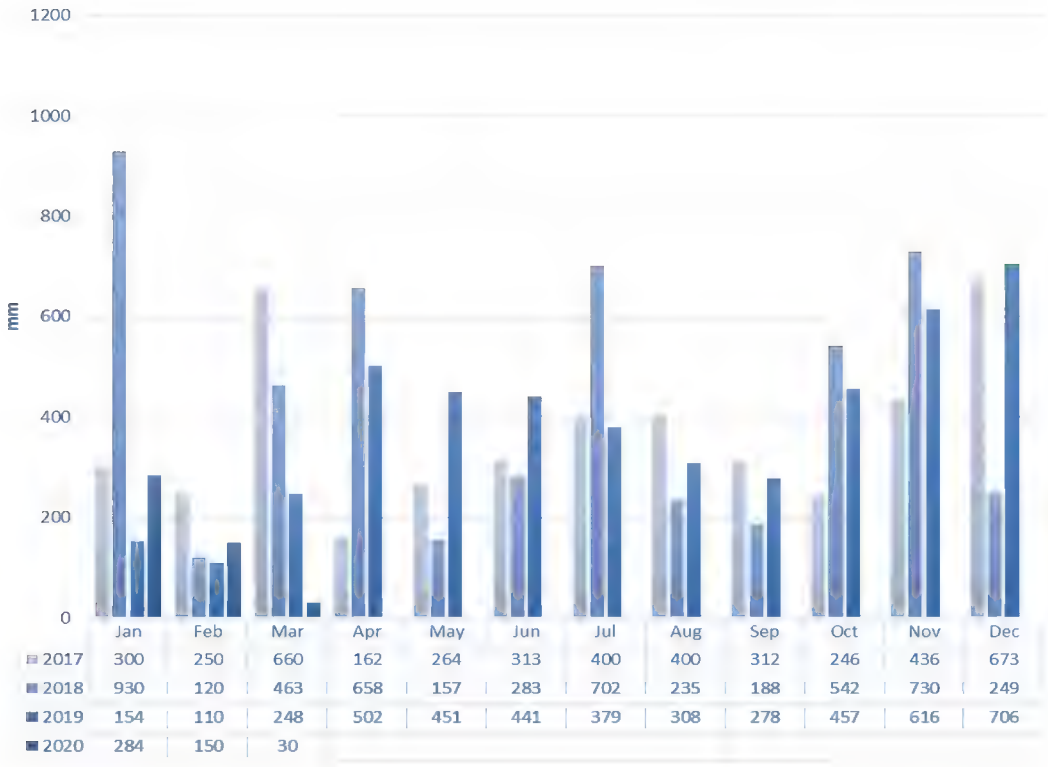
- Los relaves producidos en la planta de proceso pasan por un proceso de flotación que separa dos corrientes principales: relaves más limpios (10%) y relaves más duros (90%). Luego, los relaves más ásperos se entregan al SCP para la segregación de partículas utilizando un sistema de clasificación de ciclones de dos etapas que separa la fracción de arena (subflujo) de la fracción fina. La arena de relaves (subflujo de la segunda etapa) se usa para la construcción de la presa, mientras que el desbordamiento (finos) se descarga en el embalse. Los relaves más limpios y / o sin ciclar también se descargan en el TMF desde los puntos de descarga sur y norte, respectivamente.
- Los volúmenes de agua de transporte y precipitación (directa y de escorrentía) se almacenan en el embalse. Una parte del volumen de agua de TMF se bombea de regreso al molino para su proceso, utilizando el sistema de recuperación en el estanque de decantación. Los excesos de agua se descargan a través del sistema de decantación. Los niveles y volúmenes de los estanques de decantación se controlan mediante una combinación de (i) tapones instalados progresivamente en la entrada de la torre de decantación y (ii) deposición estratégica de relaves y formación de playas.
- Los criterios de descarga están controlados por descarga de calidad (5.5 <pH <9) siguiendo las regulaciones panameñas. Ha habido ocasiones en las que los valores de pH estuvieron por encima / por debajo de los criterios y las operaciones de descarga tuvieron que detenerse por períodos cortos. El almacenamiento de agua en el embalse debe mantenerse al mínimo para cumplir con los criterios del francobordo, especialmente durante las inundaciones (ver Sección 5.4).

5.2 Clima

La tasa de evaporación anual es de 1134 mm, con una evaporación mensual de 72 mm a 133 mm. La temperatura del aire varía de 20 ° C a 32 ° C. La precipitación anual promedio en el sitio es de 4564 mm con una precipitación mensual promedio de 380 mm. La temporada "húmeda" es típicamente entre octubre y diciembre, mientras que la temporada "seca" ocurre de febrero a marzo.

La Figura 5-1 muestra los registros de precipitación mensuales compilados entre 2017 y hasta la fecha de una estación meteorológica cerca de la TMF. La cuenca de captación de TMF es de aproximadamente 30 km^2. La precipitación máxima probable (PMP en 24 horas) es 1010 mm. Las precipitaciones diarias son 394 mm para un período de retorno de 1 en 100 años y 484 mm para 1 en 1000 años.

Figura 5-1 Registro de Precipitación Mensual



5.3 Balance Hídrico

El balance hídrico del TMF es positivo dadas las altas condiciones de precipitación del lugar del proyecto. En el cuadro 5-1 se resume el promedio mensual de los caudales de descarga de agua en exceso a través del túnel de decantación y los volúmenes mensuales de los estanques almacenados en el TMF, como se indica en los informes semanales del FQML entre diciembre de 2019 y marzo de 2020.

Tabla 5-1 Volumen de Exceso de Agua en el Estanque TMF

Mes	Dic 2019	Ene 2020	Feb 2020	Mar 2020
Volumen Promedio del Estanque (Mm^3)	10.2	8.5	8.3	8.3
Volumen de Descarga Promedio (Mm^3)	4.8	2.4	1.0	1.4
Flujo Promedio de Descarga (m^3/s)	8.0	4.0	1.7	2.3

5.4 Manejo de Inundaciones y Francobordo

Durante los eventos de inundación por tormenta, la escorrentía de la cuenca del TMF fluirá hacia el estanque de relaves y elevará el estanque. Como no se incluye un vertedero de emergencia como parte de los componentes del TMF, las entradas de la inundación se dirigirán a través de las estructuras de decantación (torre y túnel).

La Torre Decantadora es el único componente capaz de controlar las inundaciones en el TMF, por lo que constituye un control crítico para gestionar los niveles del estanque y evitar el exceso de agua. La torre decantadora tiene capacidad hidráulica para descargar la inundación con elevaciones máximas dentro de los criterios de francobordo. El TMF es más susceptible durante los primeros años de funcionamiento, cuando la capacidad de atenuación es menor. Por lo tanto, son necesarios componentes de control de inundaciones como la geomembrana (a corto plazo) y la berma de protección contra inundaciones de playa estrecha (a corto y largo plazo), como se describe en la Sección 2 y en el Apéndice II. En todos los casos se cumplirá con un francobordo suficiente (desde el nivel mínimo de la cresta hasta el nivel máximo del agua, 3 m). Debe haber contingencia para cualquier parada de emergencia, corte de energía eléctrica, rotura de tuberías (que corran aguas abajo de la presa) u otros riesgos potenciales para sus componentes.

En el momento de la visita al lugar, la distancia vertical entre el estanque y la elevación de la cresta era de 12 m. Es importante señalar que los núcleos de las presas de arranque del norte (Sectores 1 a 4) no se han construido hasta la elevación de la cresta 76 m, como se muestra en la Figura 4; y la geomembrana aún no se ha instalado. Dadas estas condiciones, y hasta que la geomembrana esté instalada y atada al núcleo, se medirá el francobordo desde la parte superior del núcleo. Esto se hace para reducir el potencial de "tubería de erosión por contacto" en caso de que se permita que los niveles de criterio de inundación se eleven más arriba de la parte superior del núcleo, lo que resultará en que el agua fluya a través de la capa granular existente por encima del núcleo.

6 MONITOREO Y MANTENIMIENTO

6.1 General

The Operation, Maintenance and Surveillance (OMS) manual, including the Emergency Preparedness and Response Plan (EPRP) has been drafted by KCB (February 2020) and it is under review by FQML.

6.2 Organigrama de la Organización

La figura 6-1 muestra la estructura organizativa del equipo del TMF. Durante la visita del DSI, los representantes del KCB se reunieron con los jefes de los equipos del TMF y discutieron los planes a corto y largo plazo, los retos actuales, las cuestiones técnicas y la interacción con otros miembros del equipo, como se resume en la Tabla 6-1.

Figura 6-1 Organigrama de la Estructura Organizacional

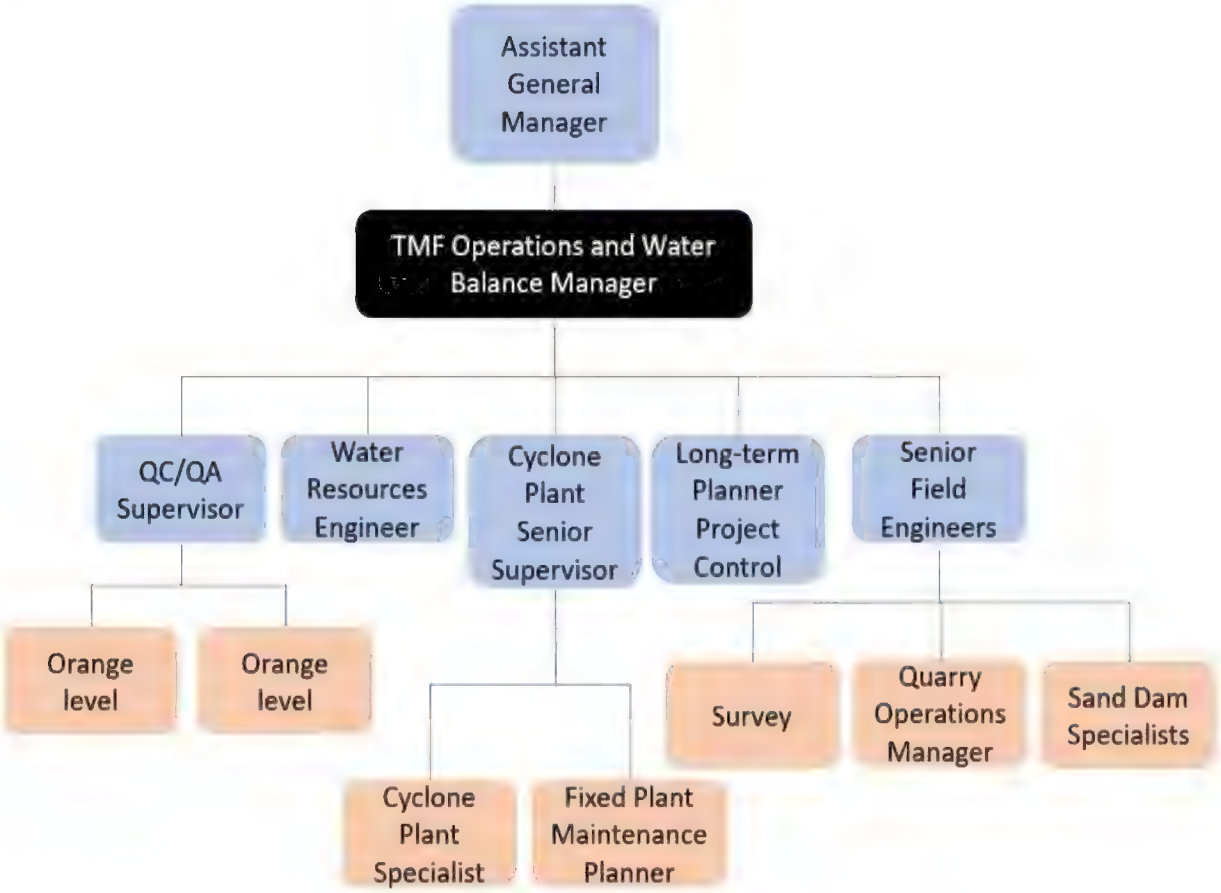


Tabla 6-1 Miembros del Equipo y Registro de las Entrevistas DSI

Puesto	Nombre	Temas Principales Tratados
Gerente de Balance Hídrico y Operaciones del TMF	Marie-Helene Turgeon	• **Reunión 1:** Programa de construcción y planificación del TMF. Desafío clave: limitaciones para la colocación de arena - espacio, capacidad de movimiento de tierras y materiales NAG para la producción de subdrenaje • **Reunión 2:** Búsqueda de materiales NAG: reunión con el equipo de geología de la mina. Discusión sobre la geología de TMF y la posible ubicación de la cantera NAG adyacente a la presa norte. • **Reunión 3:** Alternativas de materiales de drenaje y potencial de reducción del espesor y los impactos. • **Reunión 4**: reunión general para discutir la interacción y los planes del equipo. • **Reunión 5:** Reunión de cierre con DSI.
Supervisor QA/QC	Fabien Rasselet	• Reuniones generales de campo.
Ingeniero del Recurso Hídrico	Carlos Hubner	• Tour general al sitio y discusiones de campo. • Discusión acerca de la necesidad de un análisis de gap y estudio de reconciliación para la Presa Norte Sector 4. • Participó en la Reunión 5 con el Gerente de TMF.
Supervisor Senior SCP	Saul Quispe	• Plan de producción de SCP para cumplir con el programa de construcción. • Interacción del equipo SCP con los equipos de agua y construcción. • Tour a SCP. • Participó en la Reunión 3 y 5 con el Gerente de TMF
Control del Proyecto de Planificador a Largo Plazo	Francisco Puertas / Javier Perez	• Participó en la Reunión 1, 3 y 5 con el Gerente de TMF.
Ingeniero de Campo Senior - Construcción	Shaun Persaud	• Participó en la Reunión 1, 3 y 5 con el Gerente de TMF. • Reunión de campo para discutir los requisitos de drenaje de la Presa Este WRP-4.
Especialista en Presa de Arena	John Naisbitt / Faustino Herrera	• Participó en la Reunión 1, 3 y 5 con el Gerente de TMF. • Reunión de campo para discutir los requisitos de drenaje de la Presa Este WRP-4
Subdirector General	Allan Delaney	• Participó en la Reunión 5 con el Gerente de TMF

Las siguientes notas se hacen después de las entrevistas y reuniones con el equipo del TMF:

- El equipo tiene un buen conocimiento de los componentes del TMF y sus funciones/responsabilidades
- Los miembros del equipo interactúan y trabajan en planes individuales para cumplir con los objetivos generales de producción, almacenamiento y construcción de relaves.
- La información disponible es suficiente para la preparación de un sistema TMF y se recomienda una revisión del tipo "Planificar-Hacer-Verificar-Actuar".
- La información compartida entre los equipos tiene lagunas. Se recomienda una conciliación de los planes, incluido un examen de la información proporcionada por otros equipos de mina (por ejemplo, operadores de la mina y planta de molienda).

6.3 Inspecciones

El programa de monitoreo del Cobre TMF incluye las siguientes inspecciones visuales:

- DSI anual (este informe).
- Rutina - típicamente inspecciones diarias y semanales llevadas a cabo por el equipo de QAQC y/o el personal de campo del KCB cuando están presentes en el lugar
- Dirigidas por eventos - completadas por el equipo de QAQC dirigido en respuesta a las siguientes superaciones de umbrales (a ser actualizadas en la próxima actualización del manual de la OMS):
  - Umbrales de instrumentación piezométrica y de movimiento de presas.
  - Terremoto con una magnitud lo suficientemente fuerte como para que se sienta en el sitio.
  - Evento de lluvia mayor que la tormenta de 10 años y 24 horas de duración.

6.4 Revisión de la Instrumentación

En la tabla 6-2 se resumen los cuatro umbrales y niveles de acción propuestos para el TMF. Durante la construcción y las operaciones, el TMF cambiará en respuesta a las mayores tensiones de la construcción de la presa y a medida que se depositen los relaves. Por lo tanto, estos umbrales deben revisarse durante las evaluaciones trimestrales de la instrumentación y como parte de las revisiones anuales del Ingeniero.

Tabla 6-2 Niveles de Umbral

Nivel de Umbral	Definición	Plan de Acción para el equipo FQML	Plan de Comunicación
Verde	Mediciones dentro del rango normal de valores basados en observaciones anteriores	▪ Ninguna acción adicional se requiere. ▪ Continuar monitoreando segun lo planeado.	▪ Informe semanal estándar.
Amarillo	Mediciones más allá del rango normal de valores pero por debajo del umbral Naranja.	▪ FQML debe repetir la lectura dentro del turno. Idealmente, el personal de FQML debería tener la lectura anterior para comparar y para repetir la lectura inmediatamente. ▪ FQML debe revisar y resumir/informar: Inspección visual de la zona: cualquier clima y/o actividad que pueda ser causa potencial de una lectura elevada. Proporcionar fotos, esquemas y notas. Resumen de los registros de precipitaciones, registros de operaciones, registros de construcción o cualquier otra actividad que pueda haber afectado a las cargas de la presa. Revisar si el cambio es atribuible a la construcción, la precipitación u otra carga conocida y si la tasa de cambio se ha reducido con la reducción de	En un lapso de 24 horas de la lectura: ▪ FQML debe recoger otra lectura. ▪ Si la lectura se confirma alta, FQML debe notificar al Ingeniero y reportar las condiciones observadas en el área ▪ El Ingeniero debe comentar si se requieren observaciones/acciones basado en lo reportado y en data anterior. En un lapso de 48 horas de la lectura: ▪ FQML debe notificar al Ingeniero si la condición prevalece. ▪ Si la condición prevalece, el equipo de FQML debe notificar a la Gerencia de TMF y al equipo de construcción y aconsejarle que actividad de la construcción puede necesitar se modificada o suspendida en el área para revisión adicional. ▪ Si la tasa de cambio se ha reducido, envíe informes diarios de las lecturas hasta que baje a Verde. ▪ Si prevalecen las condiciones, el Ingeniero debe evaluar si la condición plantea un problema de seguridad. Si es así, elevar al nivel de Naranja.

		la tasa de la carga aplicada. FQML debe aumentar la frecuencia de lectura a dos veces por semana o según las instrucciones del Ingeniero. Si la condición prevalece, pero no impone un riesgo de seguridad para el área, el Ingeniero volverá a evaluar el nivel de umbral en el lugar.	

Nivel de Umbral	Definición	Plan de Acción para el equipo FQML	Plan de Comunicación
Naranja	Mediciones más allá del rango normal de valores, pero por debajo del umbral del Rojo. Posible problema de seguridad de la presa	▪ Acciones según la alerta amarilla. ▪ Repita la lectura dentro de 12 horas y aumente la frecuencia de la lectura del instrumento a diario o con más frecuencia según las indicaciones del Ingeniero ▪ Realizar un examen de los análisis de estabilidad teniendo en cuenta la planificación del calendario de construcción a corto y medio plazo.	En un lapso de 24 horas de la lectura: ▪ FQML debe notificar al Ingeniero las lecturas y condiciones observadas en la zona. ▪ El equipo de la FQML notificará al equipo de gestión del TMF y al equipo de construcción para que suspendan la actividad de construcción en las zonas situadas río arriba, río abajo o dentro de los 500 m laterales y para que proporcionen protección contra la erosión según lo previsto. ▪ El equipo de la FQML notificará al Gerente de la Planta TMF. ▪ Si la tasa de cambio se ha reducido, envíe informes diarios de las lecturas hasta que baje a Verde. ▪ Si prevalecen las condiciones, el Ingeniero debe evaluar si la condición plantea un problema de seguridad. Si es así, elevar al nivel Rojo.
Rojo	Las mediciones superan el comportamiento esperado e indican una preocupación probable o activa por la seguridad de la presa.	▪ Acciones según la alerta naranja. ▪ Aumentar la frecuencia de lectura para continuar y leer todos los instrumentos cercanos diariamente. ▪ Suspender la actividad de construcción en la zona y asegurar el área de acceso. ▪ Vigilar la presa para detectar cualquier signo de tensión, deformación o daño. ▪ El equipo de FQML debe evaluar las alternativas y los impactos/acciones de las operaciones.	Inmediatamente: ▪ FQML debe notificar al Ingeniero las lecturas y condiciones observada en el área. ▪ Notificar al equipo de gestión de TMF, a la planta y al equipo de construcción para suspender toda actividad de construcción hasta nuevo aviso. ▪ Aplicar el Plan de Respuesta de Emergencia y las medidas de mitigación. ▪ Después de que las condiciones se vuelvan estables/seguras, envía diariamente informes de las lecturas hasta que baje a Verde.

Una descripción detallada de los resultados de la instrumentación y de los umbrales figura en el Informe sobre la instrumentación publicado por el KCB el 13 de marzo de 2020. Las principales observaciones incluidas en el informe sobre la instrumentación son las siguientes:

- **Sector 2 de la Presa Norte - Sección 1+460:** Los piezómetros situados aguas abajo del núcleo (PROP-03 y PROP-9) mostraron alguna respuesta al estanque que se eleva sobre El. 66 m, lo que puede indicar una saturación del núcleo aguas abajo que podría estar relacionada con la filtración observada en 2017 y 2019 en la ladera aguas abajo.
- **Sector 2 de la Presa Norte – Sección 1+620:** Los piezómetros anidados situados inmediatamente aguas abajo del núcleo (V78-1, V78-2 y V78-3) están mostrando fuertes gradientes de infiltración ascendentes desde los cimientos hasta el caparazón de la presa de arranque. El nivel freático con el caparazón de la presa es aproximadamente 1/3 de la altura de la presa, y esta condición corresponde al nivel de umbral naranja. El flujo de agua del estanque parece estar forzando y concentrándose a través del estrecho valle en la sección 1+620, aumentando los gradientes de filtración a través del núcleo y los cimientos. También se observó un ligero aumento de los gradientes como respuesta a la inundación de la cantera de TMF después del final de sus operaciones. El inclinómetro I78-1 muestra el movimiento de la masa hacia la dirección de la corriente ascendente que requiere un monitoreo adicional.
- **Sector 4 de la Presa Norte– Sección 2+800:** El sector N4 parece tener un núcleo y una base

más permeables que los otros sectores. Se ha informado de observaciones de filtraciones en la ladera de la presa aguas abajo desde 2017, cuando la presa no almacenaba agua ni relaves detrás; lo que es un indicio de los altos niveles de las aguas subterráneas. Los piezómetros anidados dentro de los cimientos muestran fuertes gradientes de filtración ascendentes, con niveles piezométricos (medidos en el lecho de roca) por encima de la superficie original del suelo, pero dentro de los niveles de relleno actuales.

La Tabla 6-3 presenta las acciones propuestas incluyendo los niveles de prioridad para la consideración de FQML:

- Nivel 1 – Respuesta inmediata o se requiere acción,
- Nivel 2 - La planificación y la programación deben completarse en un plazo de 6 meses, y
- Nivel 3 – Plan de largo-plazo.

Tabla 6-3 Resumen de Acciones, Prioridades y Estatus.

No	Tipo	Acción		Por	Prioridad	Antes	Estatus
1	Evaluación del desempeño	Reanudar la vigilancia de las filtraciones según el manual de la OMS	▪ Recoge la ubicación, las tasas de flujo, el pH, la conductividad eléctrica y las fotos. ▪ Instalar vertederos de filtración donde sea posible o registrar las tasas de bombeo.	FQML	1	Final de Marzo 2020	Pendiente
2		Revisar los datos históricos (transición EOR)	▪ Evaluar las condiciones de las fundaciones en cada sector. ▪ Evaluar el SCPTu a partir de 2017 y zonas de "granular" o Respuesta "débil"	KCB	1	Abril 2020	En progreso
3		Realizar análisis de filtración y estabilidad	▪ Realizar análisis de filtraciones en el sector N4. Utilizar los datos actuales. Evaluar los diferentes ancho de la playa de relaves.	KCB	1	Abril 2020	En progreso
4		Evaluar el informe del registro de construcción del FQML	▪ La alcantarilla través del Sector E9 construida según lo planeado y trabajos de desmantelamiento. ▪ Confirmar las transiciones de los filtros de incumplimiento (norte y este) y la transición de la Zona 2 a la Zona 7 en el Sector N1 .	FQML	1	Pendiente	Informe de CRR por FQML pendiente
5		Estudio Hidrogeológico	▪ Evaluar el patrón hidrogeológico en el Sector N4	FQML	1	Pendiente	Planeado internamente por FQML
5	Investigaciones adicionales	Instrumentación adicional	▪ Proponer la instrumentación en áreas/secciones críticas. ▪ Instalar inclinómetros con medidores de asentamiento.	FQML / KCB	2	Q2 2020	No planificado por FQML

6	del sitio	Garantía de calidad completa	▪ SCPTu a través del núcleo en lugares considerados críticos para la estabilidad de la presa y no investigado en 2017.	FQML	3	Mid-2020	No planificado por FQML

7 REVISIÓN DE CUMPLIMIENTO

En la tabla 7-1 se presenta una lista de las recomendaciones, observaciones y conclusiones pendientes de las visitas o informes anteriores, incluidos nuestros comentarios sobre las medidas adoptadas y su situación

También hemos identificado un plazo de resolución recomendado para completar las medidas. Como una guía general:

- Las medidas a corto plazo representan una preocupación inmediata que debe completarse con carácter prioritario.
- Las medidas a mediano plazo representan una preocupación que podría repercutir en el rendimiento de la instalación, pero que puede gestionarse con una supervisión adecuada y completarse en los próximos años.
    - Las medidas a largo plazo representan preocupaciones permanentes en la instalación que deberán abordarse antes del cierre pasivo, pero no representan necesariamente un peligro inmediato

Basándonos en nuestra revisión, emitimos una lista de no conformidades asociadas con los cambios asociados al diseño y construcción de la presa de arranque a mediados de 2016. Estas no conformidades fueron revisadas y cerradas por Doug Cooper, el EoR de las Presas de Arranque, a mediados de 2018. Como se discutió en la correspondencia y reuniones previas, creemos que hay varias de las NCRs asociadas al diseño y construcción de la Presa de Arranque que requieren más información o aclaración, como sigue:

- **Pared de bentonita cortada reemplazada por zanja de saprolita -** La respuesta proporcionada por la EoR indica que el cambio fue aprobado**.** Sin embargo, no se dieron detalles sobre el cambio.
- **Reducción del espesor del filtro en la presa de arranque -** No hubo detalles sobre el razonamiento del cambio de espesor o los impactos a los riesgos potenciales asociados con el espesor de la reducción del filtro.
- **El uso de filtros de especificación en el Z3 de la presa de arranque** - La respuesta no proporcionó una nueva propuesta de especificación para los filtros o recomendaciones para abordar los materiales fuera de especificación.
- **Eliminación de los filtros en los hombros inferiores de las presas del Este -** Estos fueron eliminados basándose en la suposición de que la saprolita utilizada en la presa sería "muy impermeable". Notamos que una saprolita más gruesa fue usado para los caparazones de la presa y que no todas las presas tienen un núcleo.

Tabla 7-1 Revisión de las Recomendaciones Previa y Estatus

Acción	Fecha identificado por primera vez	Reporte	Categoría		Periodo de Tiempo			Comentario
			Estabilidad Física	Operaciones/ Gerencia	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo	
Medidas de remediación de la cantera TMF para mitigar la filtración y la canalización de los sólidos de los relaves a través del saprock o las fracturas del lecho rocoso	2015	Informe de la Visita al Sitio KCB Mayo 26-Mayo 28, 2015.		X		X		**Estado: pendiente.** La cantera del TMF ha sido desmantelada e inundada con agua. Más tarde se rellenará con los residuos que desbordan las bermas de inundación del borde de la cantera. FQML instaló pozos de monitoreo de aguas subterráneas río abajo de TMF cerca de la carretera norte de la presa. Si aún no se ha hecho, estos pozos serán monitoreados y se abordan los cambios en la calidad del agua
Observaciones de Filtración	2016	Informe de la Visita al Sitio KCB Septiembre 5-Septiembre 9, 2016		X	X			**Estado: en curso** Se identificaron varios puntos de infiltración en las presas del norte y del este. Hasta la fecha se siguen observando filtraciones en el sector 4 de la presa Norte. La filtración puede asociarse a las condiciones de asentamiento de este sector y a su vigilancia con los instrumentos instalados en la zona. Se requiere una evaluación adicional para comprender los riesgos asociados a las filtraciones en este sector
Plan de preparación de la fundación y revisión "forense" de las condiciones de la fundación	2016	Informe de la Visita al Sitio KCB Septiembre 5-Septiembre 9, 2016	X		X			**Estado: en curso** Los planes de preparación de la fundación están en marcha. Protocolos de preparación de la fundación y procedimientos específicos discutidos con la KCB. Procedimientos de inspección y prueba (ITP) registrados incluyendo las aprobaciones de la fundación. Otros trabajos incluyeron pozos de prueba suplementarios para confirmar el espesor del depósito aluvial en la Presa Norte, debajo de las plataformas de roca estéril. Otros trabajos discutidos con la FQML incluyen un examen de análisis de las deficiencias en el sector 4 de la presa Norte para identificar el trabajo adicional necesario para comprender mejor este sector. Este tipo de trabajo también se recomienda para el resto de la instalación. Los programas adicionales de perforación geotécnica y/o hidrogeológica pueden ser requerido.
Instrumentación y Monitoreo	2016	Informe de la Visita al Sitio KCB Septiembre 5 – Septiembre 9, 2016	X	X	X			**Estado: en curso.** Programa de instrumentación inicial ejecutado en dos etapas. La fase I se completó en 2019 y la fase 2 se completó a principios de 2020. Los sistemas automáticos de adquisición de datos (ADAS) y/o las Casas de Instrumentación no están instalados y se planea para el enrutamiento de cables (para piezómetros de hilo vibratorio y las células) no están completas.
Reporte de los Registros de Construcción (CRR)	2016	Informe de la Visita al Sitio KCB Septiembre 5-Septiembre 9, 2016	X	X	X			**Estado: pendiente** La KCB presentó la primera versión de la CRR en 2017. Este esbozo fue discutido con FQML y el representante del sitio de la presa de arranque EOR y EOR. Hasta la fecha, sólo se ha publicado la CRR de 2016 en 2018. La CRR para la construcción y finalización de la presa de arranque aún no se ha publicado.

Gestión de las zonas de préstamo	2016	Informe de la visita al sitio KCB Marzo 28 – Abril 12, 2017		X		X		**Estado: pendiente** La cantera de TMF se desmantela y la mayor parte del material granular se obtiene de la cantera a cielo abierto y otros materiales importados de una cantera comercial externa. La actual escasez de materiales NAG requiere la identificación de nuevas fuentes potenciales. La KCB ha proporcionado comentarios y recomendado el diseño de una cantera local de NAG de TMF en la punta de la presa del Norte. Es necesario establecer un plan claro. Se está estudiando la posibilidad de utilizar más saprolito compactado en lugar de un revestimiento de geomembrana para el control de la erosión por inundación. A la fuente de saprolito tiene que ser identificada, probada y confirmada.
Acciones correctivas y no conformidades de la presa de arranque	2017	Borrador del Informe de Registro de Construcción de TMF 2017 (CRR), esbozado por KCB para ser completado por FQML.	X		X			**Estado: se requiere más información.** Las medidas correctivas y las no conformidades fueron abordadas por la presa de arranque EOR mediante consultas técnicas (TQ), tal como se informó en la CRR de 2016. Más información sobre el rendimiento de la presa en los años siguientes hasta su finalización

Acción	Fecha Identificado por Primera Vez	Reporte	Categoría		Periodo de Tiempo			Comment
			Estabilidad Física	Operacione/ Gerencia	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo	
								de la presa de arranque es necesario para confirmar la adecuación de las acciones seguidas y documentadas en los TQs.
Materiales para la Erosión por Inundación	2018	Informe de la Visita al Sitio Diciembre 2018 a Febrero 2019	X		X			**Estado: pendiente** Con el FQML se han celebrado varios debates y exámenes de la geomembrana, los materiales alternativos o los controles para mitigar la erosión de las presas de arena durante una tormenta en los años iniciales de las operaciones (cuando la playa no era lo suficientemente larga para mantener alejada la elevación de la inundación). Se acordó una combinación de deposición estratégica, planes de construcción y cambios en los criterios de gestión de crecidas con KCB y FQML. Esto dio lugar a que la geomembrana se confirmara como el material de control de la erosión para los años iniciales. La instalación del revestimiento aún no ha comenzado y se está estudiando la posibilidad de utilizar saprolito compactado. La solución final necesita ser aclarada y confirmada. En caso de que se considere una manta de saprolito, la recomendación de JVP para el amarre y elevación del núcleo, como se muestra en el Detalle 1 del Dibujo 504832-230-4G-D1-410 y adaptado a la sección de la presa de arena.
Materiales NAG/PAG	2019	Informe de la Visita al Sitio Diciembre 2018 a Febrero 2019	X	X		X		**Estado: pendiente** La cantera de TMF se desmantela y la mayor parte del material granular se obtiene de la mina a cielo abierto y otros materiales importados de una cantera comercial externa. La actual escasez de materiales NAG requiere la identificación de nuevos potenciales. El KCB ha proporcionado comentarios y recomendado el diseño de una cantera local de NAG de TMF en la punta de la presa del Norte. Se requiere un programa de caracterización geoquímica para los materiales futuros que incluya una revisión para cuantificar los riesgos asociados al uso de materiales PAG para filtros y drenajes.
Presa del Oeste	2018	Informe de la Visita al Sitio Diciembre 2018 a Febrero 2019	X	X	X			**Estado: pendiente** Es necesario definir el calendario de diseño y construcción de la presa oeste y su interacción con las estructuras de decantación, el creciente embalse y los drenajes naturales existentes
Bund Sur	2018	Informe de la Visita al Sitio Diciembre 2018 a Febrero 2019	X	X				**Estado: pendiente** La ubicación y el diseño del vertedero de South Bund se ha discutido entre el FQML y el KCB. Una gestión de residuos definitiva y es necesario establecer un plan de diseño/construcción.
Control de Erosión	2019	Visita al Sitio Reporte Junio – Julio – Agosto 2019.	X	X	X			**Estado: en curso** La erosión del saprolito nativo expuesto y la contaminación de los materiales de construcción de presas ha sido identificada por la KCB. La FQML ha puesto en marcha un plan de acción para cubrir las zonas expuestas y minimizar la erosión. El plan aún no está completo y se ha observado la erosión y la contaminación de los filtros/drenajes y la arena.

Construcción de la Presa de Arena	2019	Reporte de Progreso Reporte 002 – Noviembre 1 a Diciembre 20, 2019	X	X	X			**Estado: en curso** Modelos de deposición de relaves junto con la construcción de presas de arena y programas de materiales en curso por el FQML. Estos calendarios necesitan una reconciliación de la información dentro de los diferentes equipos involucrados en la presa construcción y producción de materiales

8 COMENTARIO

En general, nuestra inspección visual indica que las presas parecen estar actualmente estables sin signos evidentes de inestabilidad o rendimiento inaceptable. Sí observamos algunas filtraciones que salen de la pendiente aguas abajo del terraplén de la presa del norte en el sector S4, que requerirán una mayor investigación y evaluación para comprender los posibles impactos a corto y largo plazo en la estabilidad de la presa.

La construcción de la presa está avanzando, pero se entiende que el aumento de la presa de arena está retrasado. Desde el punto de vista de la seguridad de la presa, el aumento del dique de arena debe cumplir los objetivos programados a fin de proporcionar un francobordo a medida que se llene la cuenca del TMF. Un francobordo insuficiente aumentará el riesgo de rebasamiento, la erosión por filtración del relleno de la presa y la inestabilidad. Por consiguiente, el calendario debe revisarse para confirmar que se logrará un francobordo adecuado en el plazo previsto.

El equipo del proyecto se reúne regularmente para colaborar en la planificación y la programación de la construcción. Los miembros individuales del equipo parecen entender sus funciones y deberes requeridos. Puede ser beneficioso conciliar el calendario y las tasas de producción de materiales proyectadas con las tasas reales de construcción de la presa para ayudar a identificar las posibles limitaciones en la logística de la construcción.

Las mediciones de la instrumentación en la presa generalmente se encuentran dentro de los rangos esperados. Algunos piezómetros del sector 2 muestran una tendencia al alza que sugiere un aumento de los niveles de saturación a partir del llenado del estanque. Los piezómetros en la presa Norte S4 muestran un gradiente de filtración ascendente, que probablemente esté relacionado con la filtración observada durante nuestro recorrido discutido anteriormente.

Las cuestiones y preocupaciones identificadas se están cerrando progresivamente. Todavía hay algunas cuestiones pendientes identificadas, como se ha señalado en la sección 7, que deberán ser examinadas y abordadas en el curso del proyecto. En el examen del cumplimiento de la DSI del año próximo se deberán examinar esos temas y confirmar que se ha elaborado un plan de acción (si no está ya en vigor) y actualizarlo en consecuencia.

Se necesitan algunas aclaraciones adicionales para algunas de las alteraciones de diseño hechas a las presas de arranque, como se discute en la Sección 7. Como la presa de arranque se integrará en la elevación de la presa, es importante comprender cómo las alteraciones de diseño afectarán potencialmente al rendimiento de la presa en su conjunto.

Los principales hallazgos de nuestra DSI se resumen a continuación:

- El estribo oeste del Sector 4 está junto a un drenaje natural que podría inundarse con residuos una vez que el estanque alcance una mayor elevación. El área debe ser preparada (despejada, cimentación aprobada, filtros en su lugar) y se debe construir un dique de arena antes de la subida del estanque de relaves.
- Se debe hacer una evaluación de la filtración para investigar la filtración observada en el Sector 4 de la Presa Norte.

- En algunos lugares se observó cierta erosión de los materiales de cimentación nativos en los rellenos de la presa, lo que causó contaminación

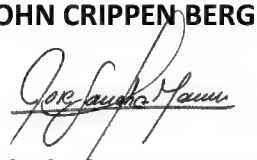
- Se observaron estanques locales en algunas de las celdas de arena hidráulica, lo que podría dar lugar a algunas bolsas de alto contenido de finos. Las pruebas indican que algunas bolsas de alto contenido de finos están siendo medidas durante el control de calidad
- Se necesitan algunas obras adicionales para tapar la alcantarilla de la presa 9 Este
- El Informe de Registro de Construcción que resume las actividades de construcción de la Presa de Arranque después de 2016 y hasta la fecha debe ser completado y emitido.

9 CIERRE

Este informe es un instrumento de servicio de Klohn Crippen Berger (KCB). El informe ha sido preparado para el uso exclusivo de Minera de Cobre Panamá S.A. (Cliente) y las autoridades reguladoras aplicables para la aplicación específica a la Mina de Cobre Panamá, y no puede ser utilizado por ninguna otra parte sin el consentimiento escrito de KCB.

KCB ha preparado este informe de manera coherente con el nivel de cuidado, habilidad y diligencia que normalmente prestan los miembros de la misma profesión para proyectos de naturaleza similar en el momento y lugar en que se prestaron los servicios. KCB no ofrece ninguna garantía, expresa o implícita.

KLOHN CRIPPEN BERGER LTD.



José Sánchez Marrou, Ing., M.Sc.,
Gerente de Proyecto

REFERENCIAS

Asociación Canadiense de Represas (CDA). 2013. Directrices de seguridad de las presas. Aplicación de las Directrices sobre seguridad de las presas a las presas mineras

Asociación Canadiense de Represas (CDA). 2014. Directrices de seguridad de las presas. Aplicación de las Directrices de seguridad de las presas a las presas mineras

First Quantum Minerals Ltd. 2017. Informe del registro de construcción del túnel de decantación y la torre de decantación.

First Quantum Minerals Ltd. 2018. Informe de Registro de Construcción de TMF 2016 (CRR). Borrador.

Joint Venture Panamá (JVP). 2013. Informe de diseño del estado de la instalación de manejo de relaves. Rev. PB. 2013- 06-14.

Klohn Crippen Berger (KCB). 2018. Rotura de presa de TMF - Evaluación de impacto de fallas.

Klohn Crippen Berger (KCB). 2020. Manual de Operación, Mantenimiento y Vigilancia (OMS) (borrador en progreso).

Klohn Crippen Berger (KCB). 2020. Informe de revisión de la instrumentación - Enero 2020.

ANEXO I

Dibujos IFC de la Presa de Arena TMF

ANEXO II

Descripción de Componentes TMF

Anexo II-1 Descripción de Componentes TMF

ID[1]	Componente	Propositos	Descripción
1	Planta de Arena Ciclada	Segregación de relaves y producción de arena de relaves para la construcción de presas y limos para el almacenamiento	Planta de ciclón de dos etapas para la segregación de partículas de los desechos y la producción de arena de desechos para la construcción de presas
2	Líneas de entrega de relaves	Tuberías para el transporte de los residuos al SCP y/o la descarga directa al embalse del TMF	Tuberías de entrega para la entrega de arena de relaves para la construcción y los relaves
3	Presas de Cofre	Para retener el agua detrás de la huella de la presa de arranque y permitir construcción	Se construyeron dos presas de montura en los ríos Jujuka y Del Medio y una tercera llamada Caimito más abajo en el río Del Medio. Todas ellas fueron desmanteladas en el cuarto trimestre de 2019.
4	Presas de Arranque	Almacenamiento de la producción inicial de residuos en el embalse de TMF	Las presas de arranque del Norte y del Este son presas de relleno de tierra por zonas con un núcleo central de saprolita compactado y soportado por saprolita compactado más grueso o por relleno de roca gruesa. Las presas de arranque se construyen hasta El. 76 m. Se incluyen bermas de contrafuerte aguas arriba y aguas abajo para cumplir los criterios de estabilidad. Las presas de arranque del Norte y del Este tienen una longitud de 3,5 a 5 km y una altura de 40 a 30 m, respectivamente
5	Plataformas de Roca Esteril (WRP)	Proporcionar una zona plana, amplia y drenada para la colocación de arena hidráulica sobre terreno difícil, aguas abajo de las presas del Norte y del Este.	Las plataformas están situadas en los tres principales desagües de la presa del norte, así como en las zonas bajas locales de la presa del este. Los WRP de la presa del norte están numerados de este a oeste como WRP-1, WRP 2 y WRP 3, mientras que los de la presa del este están numerados de norte a sur como WRP-1 a 5 Las plataformas están graduadas (3%) para mantener un grado positivo después de que los cimientos se asienten debido al aumento de la carga de la presa de elevación. En el este, las plataformas están graduadas para desviar la escorrentía hacia un área de recolección o un canal de desviación, o relativamente horizontal. El diseño especifica la Zona 7 (Relleno de roca) para las plataformas de roca estéril. El límite más fino de la Zona 7 fue modificado para asignar los materiales disponibles. Esta zona es ahora llamada Zona 7B. Las plataformas de roca estéril fueron construidas hasta el último dedo del pie.
6	Sub Drenaje	Mantener una superficie piezométrica baja y la arena del flujo inferior insaturada, y servir como un filtro de transición a las plataformas de roca estéril.	**Drenaje primario:** El drenaje primario está sobre la presa de arranque, aguas abajo de la berma de refuerzo y los WRPs y es el sistema de drenaje primario para mantener el caparazón de la presa bien drenado. Incluye una capa de 2 m de espesor de la Zona 9 cubierta por un filtro de 1 m de espesor de la Zona 3. Se requiere una zona de transición (Zona 7A) sobre la plataforma de roca estéril antes de colocar la Zona 9. La Zona 3 se extiende sobre la pendiente aguas abajo de las Presas de Arranque con un espesor de 1 m (perpendicular a la pendiente). **Drenaje(s) de dedos:** Los desagües de dedo son desagües estrechos (de tipo francés) incluidos en zonas aisladas para mejorar el drenaje. Consiste en una Zona 9 de 1 m de espesor cubierta por 1 m de la Zona 3 (arriba) y 0,5 m (abajo). **Drenaje de manta:** El alcantarillado de manta está presente en la mayor parte de los cimientos y transmite las filtraciones de la infiltración debida a las lluvias, las filtraciones de los embalses o la colocación de celdas hidráulicas a un alcantarillado primario o de dedo. Incluye un levantamiento de 1,0 m de espesor de la Zona 3 entre saprolita nativa y el y el flujo inferior. El subdrenaje se construirá progresivamente a medida que se extienda el dedo del dique de arena. En algunas áreas puede ser ventajoso avanzar los desagües subterráneos mucho antes que el relleno de arena del desagüe
7	Presa de Arena Ciclada	Proporcionar el almacenamiento de los residuos de producción a través del servicio de TMF vida	La configuración definitiva de la presa de arena (véase el Apéndice I) tiene una anchura mínima de cresta de 20 m y una pendiente de 3H:1V aguas abajo con bermas de contrafuerte de 50 m de ancho. La velocidad de elevación depende de la velocidad de colocación de la arena necesaria para lograr la configuración mínima de la presa requerida para mantener el francobordo.
8	Componentes para Protección de Inundaciones	Prevenir la erosión excesiva del material de la presa de arena en caso de que ocurra una inundación de diseño de flujo.	**Geomembrana:** una geomembrana de polietileno de baja densidad lineal (LLDPE) sobre el talud aguas arriba de la presa de arranque, atada al núcleo existente y anclada a los estribos en saprolita nativo. Este componente se propone como medida a corto plazo, ya que los modelos de deposición muestran que en los años iniciales se formará una playa larga y empinada para mantener las FDI alejadas de la presa. Se planea sólo para la presa del Norte a El. 85 m. por encima de El. 85 m, la instalación de un revestimiento será compleja y de mayor esfuerzo debido a la longitud de la presa; por lo tanto, se necesitará una playa amplia para contener la inundación por encima de El. 85; **Berma de protección contra inundaciones en playas estrechas:** En los lugares en que no sea posible establecer la anchura mínima de la playa de diseño (es decir, el sector N4), se deberá construir una berma de protección contra inundaciones aguas arriba con una anchura mínima de 100 m dentro del embalse. La arena de los relaves puede colocarse mecánica o hidráulicamente. Se prefiere un producto de arena con mayor contenido de finos y menor conductividad hidráulica (es decir, ciclones primarios con aproximadamente un 25% de finos). La berma de protección contra las inundaciones no está diseñada como un dique de retención de agua, por lo que no debería retener un estanque permanente. La elevación de la berma debería explicar el asentamiento. Se desconoce la necesidad de esta berma de protección contra inundaciones en otros lugares y será dictada en base a la deposición real de relaves y la estrategia de gestión de aguas por el FQML.

9	Componentes de la descarga de agua	Componentes primarios de drenaje del exceso de agua del TMF. Cabe destacar que los componentes de drenaje tendrán dos fases. Los componentes actuales corresponden a la Fase 1.	**Canal de Aproximación:** Esta es la conexión entre el estanque ascendente del TMF y la torre de decantación. **Estructura de Decantación:** Esta es una estructura vertical de hormigón armado de 50 m de altura, 6,5 m de ancho y 8,2 m de profundidad; estructurada principalmente por un cimiento, varias capas de paredes y una losa de techo. La torre contiene dos cerchas de estructura de acero que enmarcan el ascensor y la puerta, otro de sus elementos mecánicos es la cesta, su línea de elevación y finalmente la propia puerta. Esos elementos estructurales no han sido construidos a la fecha de este informe y serán incluidos en una versión posterior de este documento. **Túnel de Decantación:** 1200 m de largo con grados de base al 0,5%. La sección del túnel tiene un ancho de 4,0 m y una altura de 6,0 m. Las paredes voladas del túnel se estabilizaron mediante pernos de anclaje en una cuadrícula de 1,2 m X 1,2 m, principalmente a lo largo de toda la longitud del túnel, en lugar de la cuadrícula de 1,6 m X 1,6 m; los cambios de anclaje fueron decididos por el contratista para mejorar la eficiencia del método de construcción y reducir al mínimo los posibles errores debidos a los cambios de detalle. Los portales del túnel se reforzaron especialmente con pernos adicionales y con la instalación de conjuntos de acero. El concreto colocado para cubrir las rocas voladas en las paredes del túnel tiene una capacidad de 30MPa de resistencia de diseño. El sistema de drenaje consiste en agujeros de drenaje y tubos con ranuras para controlar el agua que entra desde la cara de la roca natural de las paredes del túnel. Durante la voladura de la línea del túnel, se descubrió que una zona de transición de material rocoso entre la andesita y la granodiorita era roca quebradiza y se considera que no es apta para el anclaje de roca. En esta sección del túnel se instalaron marcos de acero de estructura civil especial y paredes de hormigón armado para reforzar las paredes del túnel. Se construyeron muros de hormigón armado que cubrían un total de 2,5 m en lugar de 1,2 m y 4,5 m en lugar de 1,2 m en las esquinas de las áreas de transición.

ID[1]	Componente	Proposito	Descripción
			Canal de Descargas: Excavación de 280 m de largo en suelos saprolíticos. La sección del canal es de 10 m de ancho y 2 de alto con pendientes de excavación de 2,3 H:1V en banco y protegido e hidrosembrado para el control de la erosión. Debido a la gran cuenca y a las altas precipitaciones, se espera una descarga continua de estos componentes**.**
10	Sistema de Bombeo para recuperación de agua	Recuperar el agua para la producción del molino	Sistema de barcaza con bomba de recuperación de agua flotante para recuperar el agua a la Planta de Proceso. El agua es conducida por tuberías que corren a lo largo de la presa del norte hasta el hueco que es casi paralelo al eje de la presa.
11	Vertedero de Emergencia	liberar el exceso de agua durante las inundaciones para evitar que el terraplén se sobrepase y que el estanque llegue a las presas	En 2019, la FQML estipuló que el vertedero de emergencia no se construirá al menos durante los primeros años de funcionamiento. La FQML se basará en la gestión de los estanques y la estrategia de deposición para controlar los niveles de agua y mantener el agua lejos de la presa
12	Sistemas de recolección y recuperación de filtraciones	Capturar el agua de transporte de la deposición hidráulica de la arena de los residuos y la filtración del embalse del TMF	Sistema de recolección de filtraciones en dos etapas. La primera etapa del sistema de recolección consiste en cajas de acero de recolección conectadas a las líneas de desbordamiento de las cajas de vertedero de la célula hidráulica. El segundo sistema de recolección consiste en estaciones de bombeo construidas en el WRP. El sistema de la segunda etapa recogerá y recuperará las filtraciones no capturadas por el sistema de primera etapa.
13	Otros	Instalaciones auxiliaries	• - Almacenamiento y distribución de combustible. • - Instalaciones para el estacionamiento de vehículos y equipos. • - Líneas y estaciones eléctricas • - Infraestructura y oficinas • - Los vertederos de residuos • - Líneas eléctricas

Nota: 1. Ver Figura 1.

ANEXO III

Fotografías

Anexo III
Fotografías

Fotografías de la Presa Norte

Foto III-1 Vista General de la Presa Norte – foto desde el estribo este mirando hacia el oeste

Foto III-2 Condiciones de la Cresta de la Presa – Sector 2/3 intersección

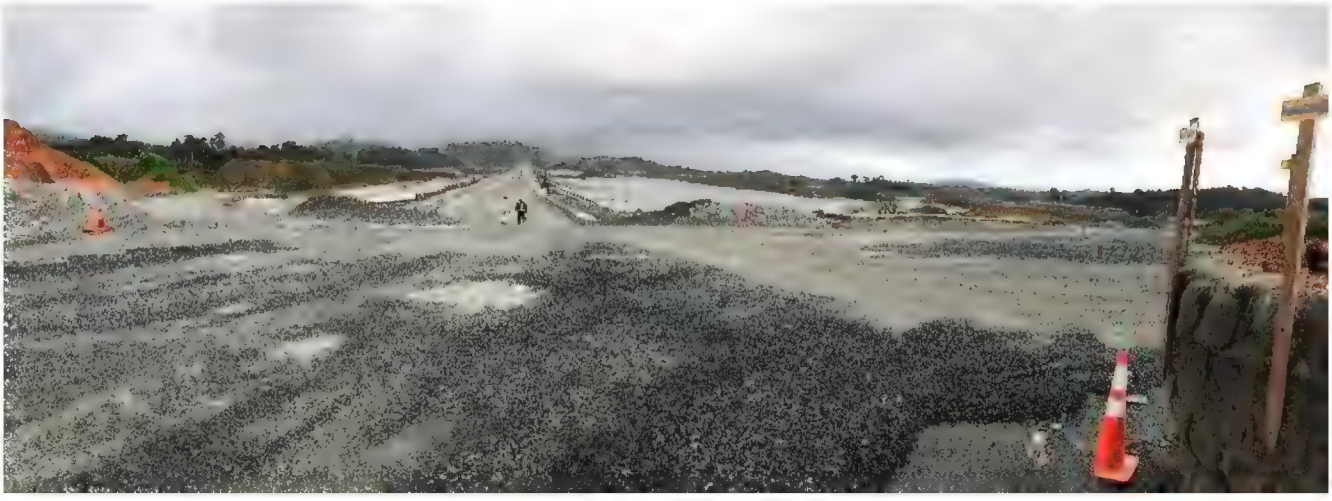


Photo III-3 North Dam Sector 1 east abutment and ongoing sand placement

Photo III-4 Excavation for access construction through Sector 3 and 4 abutment

Foto III-5 Excavación para la construcción de accesos a través del Estribo Sector 3 y 4 – Del Sector 4

Foto III-6 Condiciones del estribo Sector 4 oeste

Foto III-7 Condiciones del estribo Sector 4 oeste

Foto III-8 Berma del Sector 1 Presa del Norte (berma a la izquierda de las dos tuberías de relaves)

Foto III-9 Pendiente aguas arriba Sector 3

Foto III-10 Pendiente aguas arriba Sector 3

Foto III-11 Pendiente aguas arriba Sector 3 (Foto tomada el 20 de febrero, 2020)

Foto III-12 Descarga activa en Sector 2

Foto III-13 Construcción del corredor en la Presa Norte – Construcción de los colectores en el Sector 2.

Foto III-14 Colocación de material colector en las laderas.

Foto III-15 Excavación para la instalación de instrumentos en la ladera del Sector 3. Z9 colocación sobre d/s contrafuerte

Foto III-16 Condiciones del levantamiento de la berma aguas abajo en el Sector 4

Foto III-17 Fuente de filtración en el Sector 4 pendiente aguas abajo (circulo rojo)

Foto III-18 Erosión y deposición de sedimentos en el Sector 4

Foto III-19 Erosión y deposición de sedimentos en el Sector 4 – Desde la cresta mirando aguas abajo

Foto III-20 Erosión y deposición de sedimentos en WRP 2

Foto III-21 Sistema de filtración, tuberías y línea eléctrica.

Foto III-22 Geotextil para protección de la erosión en suelo nativo expuesto

Foto III-23 Condición del Canal de drenaje B

Foto III-24 Colocación de colectores Sector 2

Foto III-25 Zurcos de erosión sobre la ladera de la Presa de arena d/s (Foto tomada en Febrero 26, 2020 por KCB)

Foto III-26 Erosión y daño de colectores en el Sector 1 (Foto tomada en Febrero 26, 2020 por KCB)

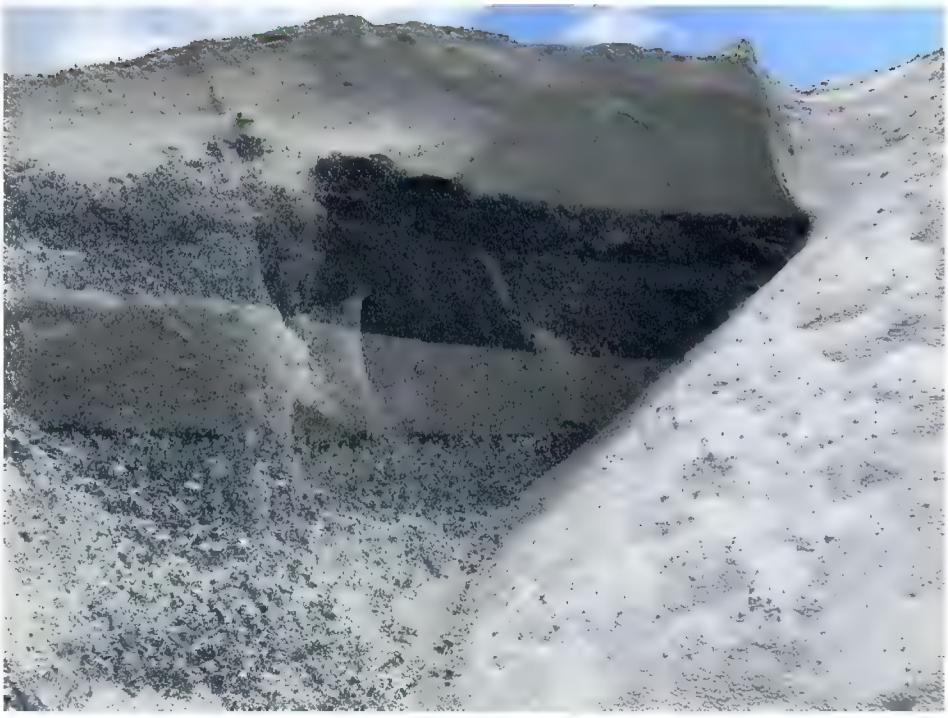


Foto III-27 Construcción de la Presa de Arena, colocación mecánica

Foto III-28 Construcción de la Presa de arena, colocación hidráulica

Fotografías de la Presa Este

Foto III-29 Condición típica de la cresta de la Presa – Presa Este

Foto III-30 Condición típica de la cresta de la Presa – Presa Este

Foto III-31 Tráfico en WRP 3

Foto III-32 Área del canal de desvío en el lado sur de la Presa del Este

Foto III-33 Condición típica aguas abajo – Presa del Este

Foto III-34 Erosión y contaminación de material colector en la Presa Este

Foto III-35 Erosión y contaminación en la Presa del Este. Ver Geo textil en el fondo para protección

Foto III-36 Colocación del material colector en WRP 2

Foto III-37 Condiciones del desague inferior de la Presa de arena necesitada en etapas posteriores WRP 4–

Foto III-38 ED-9Cuneta aguas abajo final – tapón con fugas (Foto tomada en Diciembre 2019 por KCB)

Foto III-39 ED 9 alcantarilla aguas arriba final – ventana de desague

Foto III-40 Canal de drenaje de roca residual de la Presa Este

Embalse de Relaves

Para las fotos de la playa de relaves del Norte y Este, por favor refiérase a las fotos III-1 and 29.

Foto III-41 Granja de Arena del Este

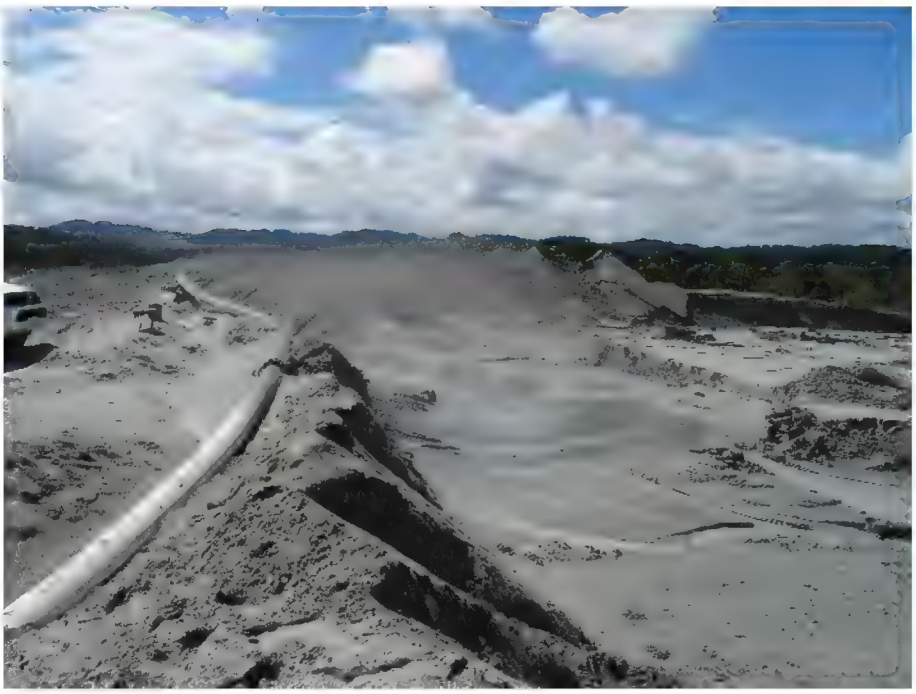


Foto III-42 Granja de Arena del Norte

Estanque de decantación y estructuras

Foto III-43 Estanque de decantación y sistema de bombeo de recuperación

Foto III-45 Estructura de Decantación

Foto III-45 Canal de Aproximación

Foto III-46 Canal de Descarga

FIGURAS

PN35000A01.700

Figura 1 Vista General de TMF y Componentes

ID	Name
1	Sand Cyclone Plant
2	Tailings delivery lines
3	Coffer Dams
4	Starter Dams
5	Waste Rock Platforms
6	Underdrains (on north and east dams)
7	Cycloned Sand Dam
8	Flood Protection Components (not built yet)
9	Water Discharge Components
10	Water Reclaim Pumping System
11	Emergency Spillway (not built)
12	Seepage Collection and Reclaim Systems

Figura 2 Vista del Plano de la Presa Norte

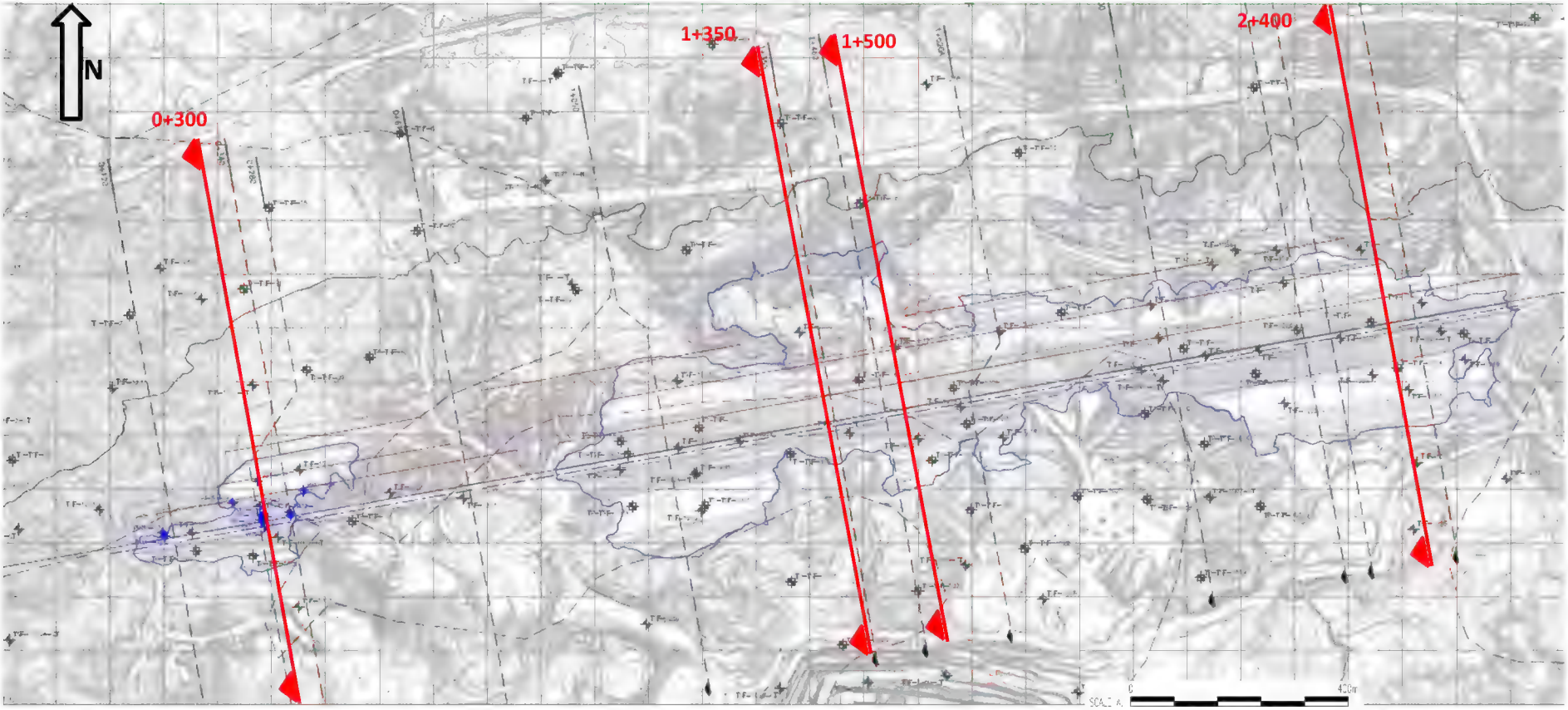
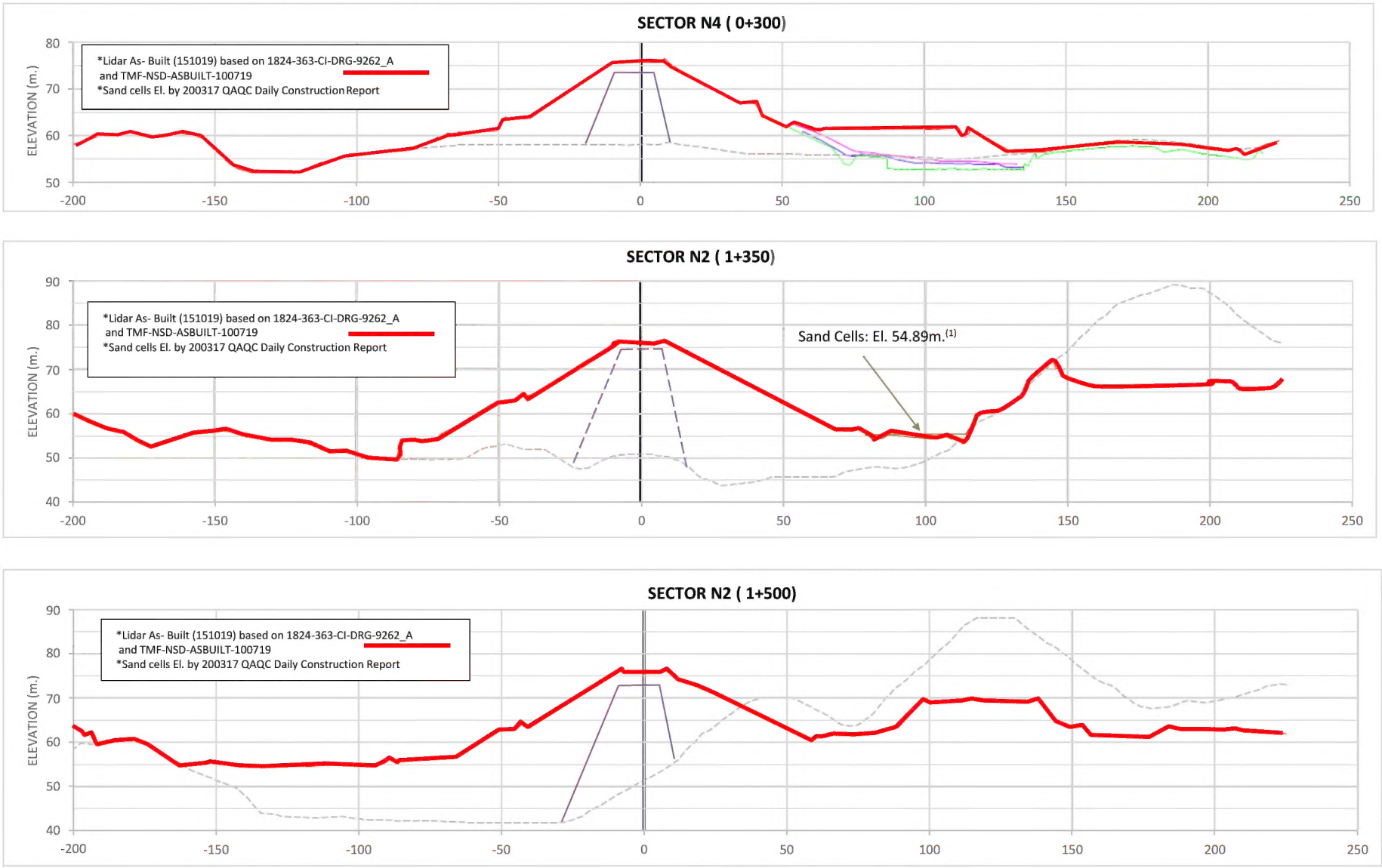


Figura 3 Secciones Transversales Típicas de la Presa del Norte – Como se construyó



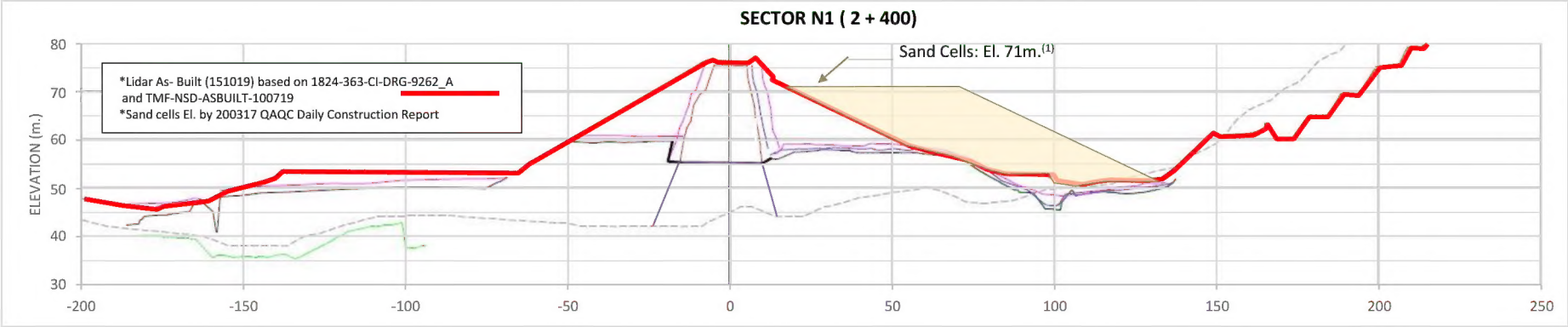

SECTOR N1 (2 + 400)
Sand Cells: El. 71m.(1)
*Lidar As- Built (151019) based on 1824-363-CI-DRG-9262_A and TMF-NSD-ASBUILT-100719
*Sand cells El. by 200317 QAQC Daily Construction Report
ELEVATION (m.)
80
70
60
50
40
30
-200
-150
-100
-50
0
50
100
150
200
250

Figura 4 Vista del Plano de la Presa Este

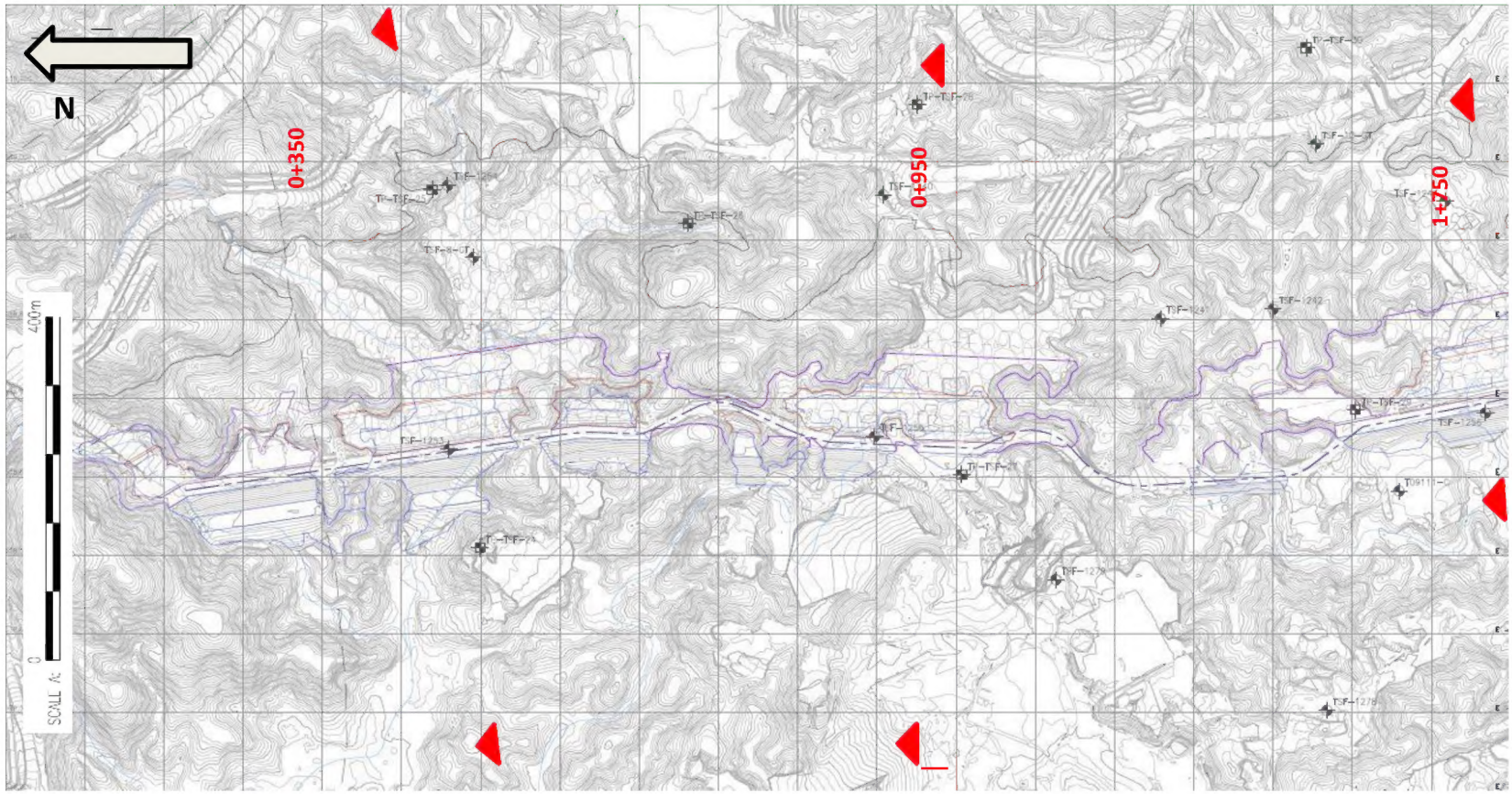


Figura 5 Secciones Típicas de la Presa Este – Como se construyó